

OCUPACIÓN, EXPOSICIÓN LABORAL A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y CÁNCER DE MAMA



Marina Pollán Santamaría



Instituto de Salud Carlos III

Ministerio de Sanidad y Consumo

OCUPACIÓN, EXPOSICIÓN LABORAL A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y CÁNCER DE MAMA



Instituto de Salud Carlos III

Ministerio de Sanidad y Consumo

OCUPACIÓN, EXPOSICIÓN LABORAL A RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y CÁNCER DE MAMA

MARINA POLLÁN SANTAMARÍA



Instituto de Salud Carlos III

Ministerio de Sanidad y Consumo

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. Gonzalo López-Abente Ortega
*Jefe de Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer
Centro Nacional de Epidemiología
Instituto de Salud «Carlos III» de Madrid (España)*

Prof. Per Gustavsson
*Departamento de Medicina Ocupacional
Hospital Karolinska de Estocolmo (Suecia)*

Prof. Fernando Rodríguez Artalejo
*Catedrático del Departamento de Medicina
Preventiva y Salud Pública
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de Madrid (España)*

Este trabajo ha sido financiado en parte por el Fondo de Investigación Sanitaria
(Beca, FIS. BAE 96/5050)



Edita: Instituto de Salud Carlos III
Ministerio de Sanidad y Consumo

NIPO: 354-01-009-1
Depósito Legal: M-53802-2001

Imprime: Rumagraf, S.A.
Avda. Pedro Díez, 25. 28019 Madrid

Foto de portada: Lago Mälaren (Estocolmo)

A mis padres,
por el don de la vida

y a Pablo,
por el don del amor
y la palabra

PRESENTACIÓN 1

«...sabríamos mucho más de las complejidades de la vida si nos aplicásemos a estudiar con ahínco sus contradicciones en vez de perder tanto tiempo con las identidades y las coherencias, que éstas tienen la obligación de explicarse por sí mismas».

José SARAMAGO, *La caverna*

El entendimiento de los peligros para la salud de la exposición a radiaciones ionizantes se ha producido ya desde principios del siglo xx, poco tiempo después de iniciarse su uso. Ni siquiera se han requerido estudios sofisticados para identificarlos. Por cierto, la exposición ha sido alta y las radiaciones evaluadas tenían efectos biológicos potentes. Nada comparable a la evaluación de los campos magnéticos de muy baja frecuencia emitidos por las líneas de distribución y transmisión eléctrica y los aparatos eléctricos entre otros. Más de 20 años han transcurrido después del primer estudio epidemiológico de Wertheimer y Leeper, y aún no se ha podido consensuar una evaluación de los posibles riesgos por parte de la comunidad científica. La exposición en la mayoría de las poblaciones evaluadas es bajísima y los campos electromagnéticos estudiados no tienen efectos biológicos potentes. En realidad, esto último ha sido uno de los factores determinantes para la no aceptación de las asociaciones identificadas en estudios epidemiológicos. Además los hallazgos de los estudios epidemiológicos no han sido consistentes, o al menos se han interpretado como no consistentes. En situaciones como estas es frecuente plantearse ¿qué dirección tiene que seguir la investigación científica?

¿Es posible que si hubiéramos aplicado la recomendación de Saramago (escrita en referencia al entendimiento de las tormentas del alma humana, y no tanto sobre la interpretación de los estudios epidemiológicos) hubiéramos encontrado una salida más fácil a nuestros dilemas? Puede ser. Sin embargo, en muchas ocasiones las evidencias sobre factores preventivos o de riesgo se han acumulado poco a poco, haciendo estudios más potentes, refinando las hipótesis y evaluando las similitudes en el conjunto de los datos. Ante la falta de entendimiento de los mecanismos de actuación de los campos de muy

baja frecuencia, son los grandes estudios epidemiológicos y el análisis conjunto de dichos estudios los que han dado pistas para evaluar los posibles riesgos y tomar medidas preventivas. La disponibilidad de registros poblacionales tan grandes en Suecia y en otros países nórdicos ha generado cantidad de evidencias epidemiológicas. La combinación de dichos registros con métodos de evaluación más precisos, por ejemplo las matrices de ocupación-exposición como se hizo en el presente estudio, aumentan la capacidad de extraer información y por lo tanto la utilidad de estos registros. Es especialmente interesante destacar que esta investigación se centra en las exposiciones ocupacionales de las mujeres, una área donde, decenas de años después de su entrada masiva en el mercado de trabajo, no tenemos aún suficiente información. Es en este marco donde se tiene que evaluar el magnífico estudio, estudios más precisamente, incluido en la tesis doctoral de Marina Pollán y presentado en este volumen.

El trabajo científico de Marina Pollán es especialmente importante porque se hace en una área científica casi inexistente en España: la evaluación de los efectos de radiaciones no ionizantes. Además, la existencia de los registros poblacionales nórdicos y su disponibilidad para su utilización contrastan enormemente con el subdesarrollo de dichas estructuras en nuestro país, y ponen en evidencia los pocos recursos disponibles en España para desarrollar estudios epidemiológicos potentes. Esta falta de investigación (y la falta de financiación de dicha investigación) es particularmente grave porque existe en la sociedad española una creciente preocupación sobre los posibles efectos de los campos electromagnéticos, ya sean de muy baja frecuencia o de radiofrecuencia. Es crucial tener dentro del país el “know-how”, gente competente con conocimiento en profundidad de áreas de investigación importantes. Solo por eso el trabajo científico de Marina Pollán hubiera valido la pena. Esperemos que este su difusión sirva para impulsar nuevos estudios basados en la población española.

Manolis KOGEVINAS
Instituto Municipal de Investigaciones Médicas
Barcelona

PREFACE 2

Mammary cancer is the leading cancer form among women in western countries. The International Agency for Research on Cancer in Lyon has recently classified ELFMF as possibly carcinogenic to humans, and also pointed out the large gaps in our knowledge of potential cancer hazards from exposure to ELFMF.

Sweden has a long history of population records and censuses, and a national cancer registry since 1958. The Swedish Cancer Environment Registry, CER, is based on a linkage of cancer cases with occupational titles obtained from the censuses, permitting the calculation of cancer rates per occupation. There are no data on occupational exposures in this register. For the present study, data on exposure to extremely low frequency magnetic fields, ELFMF, obtained from a large survey of exposure levels in the 100 most common occupations in Sweden were used. The exposure data were incorporated by the use of job exposure matrix technique. The large study size made it possible to investigate the risk of mammary cancer per occupation among both women and men, and to investigate the influence of exposure to ELFMF. In addition, important descriptive data on the

PRESENTACIÓN 2

El cáncer de mama es el tumor más frecuente en las mujeres de países occidentales. Recientemente, la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer en Lyon ha clasificado a los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (ELFMF) como posibles cancerígenos en humanos, señalando a la vez las importantes lagunas en el conocimiento sobre el posible riesgo de cáncer ligado a la exposición a estos campos.

Suecia tiene una larga tradición de registros poblacionales y censos, junto con un registro nacional de cáncer desde 1958. El Registro Sueco de Cáncer y Medio-ambiente se basa en el enlace entre el registro de cáncer y la información sobre ocupación extraída a partir de los censos, lo que permite el cálculo de las tasas de incidencia por ocupación. Este registro no contiene información sobre exposición ocupacional. Por ello, para el estudio que se presenta, los datos de exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia se obtuvieron a partir de mediciones de nivel de exposición en las 100 ocupaciones más frecuentes en Suecia. Los niveles de exposición fueron posteriormente incorporados en una matriz de ocupación-exposición. El gran tamaño de este estudio hizo po-

geographical distribution of mammary cancer among women and men in Sweden were obtained. Advanced biostatistical techniques were used for risk calculations, as well as for the exploration and visualization of exposure-response relations. The study gives a contribution to the understanding of the potential role of ELFMF in the causation of mammary cancer in humans, although many questions remain unresolved in this important area of research.

Per GUSTAVSSON
Karolinska Hospital
Estocolmo

sible investigar el riesgo de cáncer de mama ligado a la ocupación en mujeres y en hombres, así como la influencia de la exposición a campos electromagnéticos. Además, el estudio permitió obtener información relevante sobre la distribución del cáncer de mama en Suecia. Se utilizaron técnicas bioestadísticas avanzadas para calcular los riesgos y para explorar y visualizar las relaciones entre nivel de exposición y respuesta biológica. El estudio contribuye así al esclarecimiento del posible papel de los campos electromagnéticos de baja frecuencia en la génesis del cáncer de mama en humanos. No obstante todavía quedan muchas incógnitas por aclarar en esta importante área de investigación.

Per GUSTAVSSON
Karolinska Hospital
Estocolmo

AGRADECIMIENTOS

Quiero empezar dando las gracias a seis profesores que han marcado mi aprendizaje y mi vida profesional: **Robustiano Pollán**, profesor de matemáticas en el colegio de las Hermanas Carmelitas de La Bañeza, la Hermana **Pilar Echániz**, profesora de piano del mismo colegio, la Hermana **Carmen Carnero**, profesora de filosofía del colegio de León, **Gonzalo López-Abente**, mi primer profesor y ejemplo en el campo de la epidemiología, **Víctor Abraira**, profesor de estadística en el primer curso de Metodología de la Investigación organizado por el FIS, y **Álvaro Muñoz**, de la Escuela de Salud Pública de Johns Hopkins en Baltimore, de quienes tanto he aprendido y espero seguir aprendiendo.

En segundo lugar me gustaría dar las gracias a mis tres directores de tesis, los dos españoles, **Gonzalo López-Abente** y **Fernando Rodríguez Artalejo** por sus sugerencias y su apoyo en la realización de este trabajo, y a mi director sueco, **Per Gustavsson**, por su implicación en este proyecto y sus útiles comentarios. Por otra parte, la ayuda de **Birgitta Floderus**, autora de la matriz de ocupación-exposición utilizada en este estudio, ha sido de gran provecho en el análisis e interpretación de los resultados sobre exposición ocupacional a campos electromagnéticos.

En tercer lugar quiero dar las gracias **Pablo** por su amor, su comprensión y su apoyo incondicionales, muy especialmente durante la larga gestación de este estudio, y también por haber ampliado los límites de mi pequeña familia con la suya tan numerosa. Quiero darles las gracias a mis padres, **Nunchi** y **Tiano**, por su ejemplo, cariño y generosidad a lo largo de la vida. A los padres de Pablo, **Ángel** y **Concha**, que desgraciadamente no pueden compartir con nosotros este momento. A mis tres hermanos, **Tomás**, **Luis** y **Toño**, referencia constante de mi infancia y de mi vida adulta. A todos los hermanos que han llegado a mi vida después, en especial a **Amelia**, **Mari Jose**, **Emilita**, **Mari Tere** y **Asun**, por haber sabido reemplazar con creces a la hermana que no tuve, y a **Luis**, por su compañía y complicidad. Gracias también a **mis veintidós sobrinos**, por extender los límites de nuestro universo incorporando lugares, experiencias, gustos e ilusiones que nos eran desconocidos. Dentro de nuestra extensa familia quiero por último mencionar a **Olivia**, **Hortensia**, **Pilar** y **Glori** que nos acogen en su casa como si fuera la nuestra y han estado siempre junto a nosotros en los momentos difíciles.

Me gustaría darles las gracias a **todos mis amigos**, empezando por **Diana** que ha seguido estando cerca desde que nos conocimos al iniciar la vida escolar. A mis amigos de la infancia y adolescencia, a toda mi pandilla. A mis amigas del colegio, en especial a **Merce** que ha seguido presente a pesar de tantos cambios. A mis amigos de la Universidad, **Rosemarie, Yayo, Ángel, Pepe, Ana** y tantos otros. A **Asun** y **Jesús** por ofrecerme su casa en Salamanca y tantos buenos momentos. A mis amigos de la vida adulta. La presencia y el cariño de todos ellos constituyen un apoyo constante e imprescindible.

Rosa Plá, mi compañera durante el periodo de especialización me ayudó a descubrir el extenso mundo de la Salud Pública y a encontrar mi lugar en él. Con ella les doy las gracias a todos **mis compañeros residentes**, por el ambiente entrañable que supieron crear durante el máster en la Escuela Nacional de Sanidad.

La génesis de este estudio está íntimamente relacionada con mi estancia en Suecia en 1996. Me gustaría dar las gracias a mi gran amiga **Elisabet Lundvall**, que por encima de la diferencia de edad, de cultura y de lengua compartió tantas cosas conmigo. A **Elisabet Lilja** y a **Kristina Byström** por brindarme su amistad y su ayuda. Junto con ellas, quiero dar las gracias a los que han sido mis compañeros de trabajo en mis estancias fuera: los epidemiólogos, estadísticos e informáticos del Departamento de Epidemiología de la Escuela de Salud Pública de Johns Hopkins en Baltimore y del Departamento de Salud Ocupacional del Hospital Karolinska en Estocolmo.

Finalmente quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos **mis compañeros del Centro Nacional de Epidemiología**. Ellos hacen del centro lo que es, un lugar cálido y acogedor donde trabajo a gusto y en el que cuento con el valioso respaldo de su conocimiento y su creatividad. Sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

Índice

1. Resumen	15
2. Introducción	19
2.1. Contexto general	19
2.2. Planteamiento del estudio	20
2.3. Epidemiología del cáncer de mama	21
2.3.1. Factores de riesgo del cáncer de mama femenino	21
2.3.2. Factores de riesgo del cáncer de mama masculino	23
2.3.3. Los estrógenos y el cáncer de mama	25
2.3.4. Ocupación y cáncer de mama femenino	27
2.3.5. Ocupación y cáncer de mama masculino	32
2.4. Campos electromagnéticos y sus posibles efectos biológicos	46
2.4.1. Exposición de los seres humanos a los campos electromagnéticos	48
2.4.2. Mecanismo biológico implicado en la relación entre campos electromagnéticos y el cáncer de mama	49
2.4.3. Estudios epidemiológicos sobre la relación entre campos electromagnéticos y el cáncer de mama	51
2.4.3.1. Estudios sobre el lugar de residencia	51
2.4.3.2. Estudios ocupacionales	53
2.4.3.3. Consideraciones sobre los estudios ocupacionales	60
3. Objetivos	63
4. Material y métodos	65
	11

4.1.	Diseño del estudio	65
4.2.	Base poblacional	66
4.3.	Fuentes de información	66
4.3.1.	Información sobre la cohorte general	66
4.3.2.	Información sobre los casos de cáncer	67
4.3.3.	Información sobre la ocupación	68
4.3.4.	Otras variables tenidas en cuenta en el estudio	68
4.3.5.	Información sobre la exposición ocupacional a campos electromagnéticos	69
4.4.	Seguimiento	70
4.5.	Cálculo de las personas-año	71
4.6.	Elección de la población de referencia	72
4.7.	Estandarización de las tasas	72
4.8.	El problema de las múltiples comparaciones: soluciones propuestas en este estudio	75
4.9.	Estimadores suavizados	76
4.10.	Estimación del riesgo relativo por ocupación: modelos de Poisson	79
4.11.	Estimación del riesgo dentro del mismo sector ocupacional	81
4.12.	Subcohorte de expuestos en 1960 y 1970 y relación dosis respuesta	82
4.13.	Métodos robustos para el cálculo de los intervalos de confianza	83
4.14.	Estimación del efecto de la exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia	83
5.	Resultados	87
5.1.	Cáncer de mama en mujeres	87
5.1.1.	Ocupaciones con alto riesgo de desarrollar cáncer de mama	87
5.1.1.1.	Ocupaciones con probable exceso de riesgo	102
5.1.1.2.	Ocupaciones con posible exceso de riesgo	105
5.1.1.3.	Otras ocupaciones con posible exceso de riesgo	106

5.1.2.	Cáncer de mama en mujeres y exposición ocupacional a campos magnéticos de baja frecuencia	107
5.2.	Cáncer de mama en hombres	119
5.2.1.	Ocupaciones con alto riesgo de desarrollar cáncer de mama	119
5.2.1.1.	Ocupaciones con probable exceso de riesgo (al menos 3 casos observados) ..	129
5.2.1.2.	Ocupaciones con posible exceso de riesgo	130
5.2.1.3.	Otras ocupaciones con posible exceso de riesgo	131
5.2.2.	Cáncer de mama en hombres y exposición ocupacional a campos magnéticos de baja frecuencia	131
6.	Discusión	139
6.1.	Discusión de la metodología empleada	139
6.1.1.	Tipo de estudio presentado	139
6.1.2.	Grupo de referencia elegido	140
6.1.3.	Medida de la exposición	141
6.1.4.	Períodos de inducción y latencia	142
6.1.5.	Modelos de Poisson	143
6.1.6.	El problema de las comparaciones múltiples ..	144
6.1.7.	Factores de confusión	145
6.1.8.	Análisis intrasector	146
6.1.9.	Modelos aleatorios como método de cribado ..	148
6.1.10.	Uso de la matriz de ocupación-exposición	148
6.2.	Discusión de los resultados del estudio	150
6.2.1.	Cáncer de mama femenino y ocupación	150
6.2.2.	Cáncer de mama masculino y ocupación	157
6.2.3.	Comparación de resultados en ambos sexos ...	161
6.2.4.	Exposición laboral a campos electromagnéticos y cáncer de mama	163
6.2.5.	Implicaciones desde el punto de vista de salud pública	166

7.	Conclusiones	169
7.1.	Respecto a la relación entre cáncer de mama femenino y ocupación	169
7.2.	Respecto a la relación entre cáncer de mama masculino y ocupación	170
7.3.	Respecto a la relación entre exposición ocupacional a campos electromagnéticos de baja frecuencia y el cáncer de mama	171
8.	Bibliografía	173
9.	Anexos	183
	Anexo 1: Clasificación nacional sueca de ocupaciones a tres dígitos	183
	Anexo 2: Provincias suecas y distribución geográfica del cáncer de mama	191
	Anexo 3: Núcleo del programa de SAS para calcular el número de personas-año que aporta cada individuo en cada estrato edad-período	194
	Anexo 4: Tablas con los resultados generales para todas las ocupaciones registradas en el censo de 1970 en Suecia	197
	Anexo 5: Publicaciones generadas a partir de esta tesis	215

1. RESUMEN

1.1. *Justificación*

Los determinantes de aparición del cáncer de mama y del aumento de frecuencia de este tumor en los países desarrollados son todavía poco conocidos. Los principales factores de riesgo identificados por el momento, principalmente de carácter hormonal, explicarían un 40% de los casos observados [Kelsey, 1993]. El incremento de la incidencia del cáncer de mama coincide con el creciente desarrollo de los países industrializados y con la incorporación de las mujeres al ámbito laboral. En general, la relación entre exposición ocupacional y cáncer ha sido poco explorada en la población femenina [Blair, 1999], pero la experiencia de los estudios ocupacionales en población masculina hace razonable sospechar la existencia de exposiciones laborales que condicionan un mayor riesgo de cáncer en las mujeres. En este contexto, el primer objetivo de este estudio es investigar qué ocupaciones suponen un aumento de riesgo de desarrollar cáncer de mama para las mujeres que trabajan en ellas.

El cáncer de mama es la misma entidad nosológica en hombres y en mujeres. En este trabajo nos hemos planteado analizar también qué ocupaciones producen un aumento de incidencia de cáncer de mama en la población activa masculina. En los hombres la enfermedad es cien veces menos frecuente que en las mujeres, pero en contrapartida las variables reproductivas no jugarían un papel confusor, lo que facilita la identificación de factores de riesgo laborales.

La existencia de una matriz de ocupación-exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia, realizada a partir de datos obtenidos por monitorización directa de una muestra de trabajadores de la cohorte utilizada en este estudio [Floderus, 1996], ha permitido incluir como tercer objetivo el análisis de la relación entre exposición laboral a campos electromagnéticos y la incidencia de cáncer de mama. Desde la formulación de una hipótesis que relaciona los campos electromagnéticos con los tumores con dependencia hormonal [Stevens, 1987], basada en estudios en animales de experimentación [Tenforde, 1996], los datos epidemiológicos existentes por el momento son escasos y contradictorios, lo que justifica la inclusión de este último objetivo.

1.2. Material y métodos

Para contestar estas preguntas de investigación hemos utilizado un estudio de cohortes de carácter poblacional compuesto por la población activa sueca registrada en el censo de 1970, presente también en el censo de 1960 y con una edad comprendida entre los 25 y los 59 años al inicio del estudio. Suecia dispone de numerosos registros poblacionales de excelente calidad y de la posibilidad de combinar la información individualizada que contienen gracias a un número de 10 dígitos que identifica de forma inequívoca a cada ciudadano de ese país. Estas excepcionales condiciones nos han permitido la reconstrucción de una cohorte histórica de 1.779.646 hombres y 1.066.346 mujeres, seguidos durante 19 años con una contribución total de 51.756.435 personas-año, en los que durante el periodo de seguimiento se han diagnosticado un total de 29.288 casos de cáncer de mama femenino y 250 tumores de mama en varones.

La principal variable de exposición ha sido la ocupación referida en el censo de 1970. No fueron incluidas en el estudio las personas sin ocupación en dicho momento, con objeto de evitar el conocido “sesgo del trabajador sano” [Breslow, 1990; Arrighi, 1994]. La utilización de una variable de exposición referida a un único momento en el tiempo introduce un posible sesgo de mala clasificación al considerar dentro de un determinado código ocupacional a personas que sólo de forma transitoria formaron parte de él. Este es uno de los puntos débiles de los estudios de cohortes poblacionales. Como aportación original en nuestro caso, la información del censo de 1960 nos ha permitido contrastar los resultados para una determinada ocupación con aquellos obtenidos cuando se restringe la definición de la exposición y se consideran como grupo expuesto únicamente aquellas personas que refirieron dicha ocupación en ambos censos.

En todos los análisis, el elemento de estudio ha sido la tasa de incidencia de cáncer de mama, estratificada por las siguientes variables: ocupación (278 ocupaciones diferentes de acuerdo a la Clasificación Sueca), edad, periodo (1971-1975, 1976-1980, 1981-1985 y 1986-1989), condado de residencia (los 24 condados suecos) y tamaño del municipio de residencia (<2000, 2000-20000, 20000-100000 y >100000). Todos los análisis se han realizado de forma independiente en hombres y mujeres. Como novedad dentro de los estudios de cohortes poblacionales, para el denominador de las tasas se ha calculado el cómputo exacto de personas-tiempo que cada uno de los componentes del estudio ha contribuido en cada uno de los estratos formados por el cruce de dichas variables. Es decir, el seguimiento de cada persona ha sido “cortado” en función de los estratos por los que dicha persona va pasando, ya que la edad y el periodo son variables cambiantes con el tiempo.

Para cada ocupación se ha calculado en cada estrato el número de casos observados y el esperado, teniendo en cuenta las tasas de incidencia observadas por edad y periodo en el conjunto de la cohorte. La razón entre el total de casos observados y esperados en una ocupación o SIR (razón de incidencia

estandarizada) ha sido una de las medidas del efecto utilizadas. La necesidad de controlar por las otras variables (área geográfica y tamaño del municipio de residencia) nos ha llevado a utilizar modelos log-lineares de Poisson en los que la variable dependiente es el número de casos, los esperados son introducidos como *offset* en el modelo, la variable exposición es la ocupación como variable dicotómica (1 = expuesto a la ocupación a analizar en ese momento, 0 = resto de ocupaciones) y el área geográfica (agrupación de condados con un riesgo similar) y el tamaño del municipio de residencia son los factores de confusión introducidos en el modelo. Dado que los esperados en cada estrato están calculados teniendo en cuenta la distribución de las tasas por edad y periodo, los estimadores obtenidos están ajustados también por estas variables. El cáncer de mama femenino es más frecuente en las clases sociales más altas. Para controlar la influencia de la clase social, en las mujeres hemos llevado a cabo comparaciones intra-sector. Es decir, cada ocupación ha sido comparada solamente con otras ocupaciones correspondientes al mismo sector ocupacional. Teniendo en cuenta también la ocupación referida en 1960, para ocupación hemos considerado dos niveles de exposición: a) las expuestas sólo en 1970 y no en 1960, b) las expuestas en ambos censos. Para cada nivel se ha calculado el riesgo relativo. Además, considerando el segundo grupo como de mayor exposición, al menos en términos de tiempo, se ha evaluado la existencia de una tendencia dosis-respuesta significativa.

La matriz de ocupación-exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia (ELFMF) contiene información sobre la exposición monitorizada en las 100 ocupaciones más frecuentes entre la población activa masculina. Para el análisis de la relación entre exposición laboral a ELFMF y el cáncer de mama se han utilizado modelos de regresión similares a los referidos en el apartado anterior. En ellos, la ocupación es sustituida por el valor correspondiente de exposición a ELFMF obtenido a partir de la matriz. De las posibles variables disponibles, se han elegido dos: la media geométrica de la magnitud de exposición y el porcentaje de jornada laboral con exposiciones por encima de $0,20 \mu\text{T}$. El tipo de patrón exposición-respuesta de ambas variables fue investigado utilizando modelos aditivos generalizados (GAM), cuyo resultado es eminentemente gráfico. La cuantificación del riesgo relativo se obtuvo de los modelos de Poisson, considerando como puntos de corte los percentiles 25, 50, 75 y 90.

1.3. Principales resultados

Los resultados obtenidos muestran un exceso de cáncer de mama femenino en las médicas y cirujanas, farmacéuticas, profesoras de nivel medio, maestras, analistas de sistemas y programadoras, operadoras de teléfonos, operadoras de telégrafos y radio, galvanizadoras y recubridoras de metal y peluqueras y esteticistas. Además, las siguientes ocupaciones aparecen también asociadas en mujeres, aunque de forma menos consistente: trabajadoras

religiosas, trabajadoras sociales, cajeras de bancos y telefonistas de oficina. La mayor parte de estos resultados son concordantes con los estudios anteriores existentes. El aumento de incidencia en profesionales sanitarios sería potencialmente atribuible a diferentes exposiciones asociadas a su medio laboral: radiaciones ionizantes, compuestos químicos y óxido de etileno entre otros. En las profesoras se han barajado solamente dos posibles explicaciones: el sedentarismo y el estrés. Las profesionales de teléfonos, telégrafos y radio están expuestas a dos tipos de campos electromagnéticos: los de baja frecuencia y los de radiofrecuencia. Las analistas de programas también están expuestas a campos electromagnéticos de baja frecuencia. Las peluqueras han sido reconocidas como ocupación de alto riesgo en la única revisión bibliográfica existente sobre este tema [Goldberg, 1996], pero no es posible por el momento identificar cuál de los productos a los que están expuestas es el responsable. Finalmente las galvanizadoras están expuestas a diferentes compuestos potencialmente peligrosos, incluyendo los solventes orgánicos y los metales pesados.

En los hombres, la principal ocupación con exceso de riesgo identificada fueron los reparadores de maquinaria. Los resultados para otras ocupaciones están basados en un número pequeño de casos: bibliotecarios, archivistas y personal de museos, otros trabajadores del trabajo eléctrico y electrónico, policías y oficiales de aduanas. Las ocupaciones de empleado de banca, trabajo de oficina no especificado, otro trabajo del procesamiento del metal y los curtidores y preparadores de pieles también mostraron una incidencia elevada, aunque de forma menos consistente. Los reparadores de maquinaria, así como otros trabajadores del procesamiento del metal, están expuestos a los metales pesados, solventes orgánicos, aceites de corte y también a los campos electromagnéticos a partir de la maquinaria con la que trabajan. El aumento de incidencia en policías coincide con los resultados de un estudio anterior y podría ser atribuido a las radiaciones de radiofrecuencia procedentes de los equipos de comunicación utilizados.

La aplicación de la matriz de ocupación-exposición a ELF MF no mostró una relación dosis-respuesta clara en ninguno de los dos sexos. En las mujeres, los tres cuartiles de mayor exposición presentaron un incremento del riesgo de desarrollar cáncer de mama en torno a un 20%. En los hombres, sólo los expuestos de forma intermitente (menos de 1/3 de la jornada laboral) a dosis por encima de 0,20 μ T mostraron un gradiente dosis-respuesta positivo, mientras que en los expuestos de forma más continuada no se observaron diferencias de riesgo. Estos resultados no permiten rechazar la hipótesis que señala a las radiaciones como un factor promotor del cáncer de mama. Por otra parte, los resultados para algunas ocupaciones individuales (teléfonos, telégrafos y radio y analistas de sistemas en mujeres, policías y otro trabajo eléctrico y electrónico en varones) apuntan en la misma dirección, ya que en la mayor parte de dichas ocupaciones los campos electromagnéticos son la única exposición conocida.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Contexto general

El presente trabajo pretende explorar el papel de la ocupación en un tumor con una gran dependencia hormonal: el cáncer de mama. La exposición ocupacional ha recibido poca atención ya que el paradigma etiológico dominante implica factores relacionados con el estatus hormonal, los cuales hasta hace poco han sido considerados ajenos al ambiente de trabajo y al medioambiente en general [Cantor, 1995]. Por otro lado, el conocimiento existente sobre la etiología del cáncer de mama y los posibles factores de riesgo es insuficiente [Kelsey, 1993], mientras que su incidencia ha aumentado considerablemente en las últimas décadas [Coleman, 1993]. El cáncer de mama es el tumor más frecuente en las mujeres, estimándose que en países desarrollados la probabilidad de padecer cáncer de mama es mayor de 1 por cada 10 mujeres [Parkin, 1997], por lo que la investigación de sus causas debe considerarse como prioritaria desde el punto de vista de salud pública. Por el contrario, el cáncer de mama masculino es muy infrecuente, pero puede aportar nuevas claves etiológicas en el desarrollo de este tumor, ya que en los hombres no es necesario considerar el efecto confusor de las variaciones hormonales del ciclo reproductivo.

Mientras la importancia de la ocupación está claramente demostrada para el cáncer de pulmón, vejiga, laringe, senos-nasales y mesotelioma, su contribución en otras localizaciones está aún por determinar. Los estudios epidemiológicos sobre la relación entre cáncer y ocupación en las mujeres son todavía muy escasos [Blair, 1999]. Se da la circunstancia además de que en los países de la Unión Europea se ha producido un cambio laboral cualitativo durante el último decenio. Este cambio se ha traducido en un incremento de la presencia femenina en el medio laboral, una disminución del número de trabajadores expuestos a altas dosis de carcinógenos ya conocidos acompañado de la aparición de nuevas industrias y el crecimiento del sector servicios, en el que los factores de exposición y su importancia relativa han sido poco estudiados [Boffetta, 1999].

Coincidiendo con el desarrollo económico y el aumento en la frecuencia del cáncer de mama en los países industrializados, el creciente avance de la industrialización ha supuesto la introducción de millares de sustancias químicas

micas y de agentes físicos —como las radiaciones— en el medio laboral, sin que hubiera sido evaluado previamente su potencial nocivo para la salud. Recientemente se ha estimado que en la Unión Europea 32 millones de trabajadores están expuestos a agentes considerados carcinogénicos por la IARC (Agencia internacional de investigación sobre el cáncer), lo que supone un 23% del total de la población trabajadora [Kauppinen, 1998]. De acuerdo a dichas estimaciones, en Suecia, país al que pertenecen los datos del presente estudio, 800.000 trabajadores (20% de la población activa) estarían expuestos a carcinógenos reconocidos en el medio laboral; mientras el número en nuestro país ascendería a 3,1 millones, lo que supone un 25% de la población trabajadora española [Kauppinen, 1998].

Los países nórdicos han ocupado siempre un lugar destacado en la investigación epidemiológica ocupacional, a la que han dedicado más recursos que otros países europeos [Boffetta, 1999], y para la que han aprovechando las ventajas estructurales que ofrece la existencia de registros poblacionales de distintos tipos, fácilmente enlazables entre sí a través del número de identificación personal que cada habitante posee [Kjaerheim, 1999]. Por el contrario, España es uno de los países con menos aportaciones en esta área [Boffetta, 1999], debido no sólo a una menor tradición en este campo, sino principalmente a la dificultad de recoger la información pertinente [González, 1999]. No se dispone de un registro nacional de cáncer, existen serias limitaciones para enlazar el registro nacional de defunciones con objeto de aportar información a cohortes específicas, y la información sobre la ocupación proporcionada en el certificado de defunción impide la explotación rutinaria de esta fuente nacional en el campo que nos ocupa [López-Abente, 1991].

2.2. Planteamiento del estudio

El objetivo de este trabajo es identificar las ocupaciones con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de mama, tanto en hombres como en mujeres, mediante un estudio de cohortes que utiliza el total de la población activa sueca como base poblacional. La reconstrucción de dicha cohorte y su seguimiento durante un periodo de diecinueve años ha sido posible gracias a la gran calidad de los registros nacionales existentes en ese país. El cáncer de mama tiene una alta supervivencia la cual ha ido aumentando a lo largo del tiempo, por ello en el presente estudio todas las estimaciones de riesgo están basadas en datos de incidencia, no de mortalidad.

Frente a estudios en cohortes específicas de trabajadores de una determinada industria, los estudios poblacionales ofrecen como ventajas el tamaño de los grupos seguidos y la ausencia de sesgos de selección. Como contrapartida, la definición de la ocupación suele ser menos específica, ya que se basa en la información disponible en un determinado registro, en nuestro caso el censo, referida a un punto concreto en el tiempo. En el presente trabajo la

disponibilidad de los datos censales de 1960 y 1970 ha hecho posible utilizar alternativamente una definición más específica, considerando como expuestos a los trabajadores que refirieron una misma ocupación en los censos de 1960 y 1970.

Finalmente hemos tratado de explorar el papel de las radiaciones electromagnéticas en la génesis de este tumor. Estudios en animales de experimentación y en líneas celulares sugieren un mecanismo de actuación biológicamente plausible. Aunque la exposición a radiaciones electromagnéticas es ubicua, en el medio laboral las dosis son mucho más altas, por lo que es razonable estudiar el efecto de este hipotético factor de riesgo en este ámbito. Con este fin, hemos aprovechado la información de una matriz de ocupación-exposición elaborada a partir de mediciones directas realizadas en una muestra de trabajadores de la misma cohorte de nuestro estudio.

2.3. Epidemiología del cáncer de mama

2.3.1. Factores de riesgo del cáncer de mama femenino¹

El cáncer de mama es el tumor más frecuente en las mujeres en todo el mundo. Las tasas de incidencia varían mucho entre países, siendo más altas en Norteamérica y en Europa y especialmente bajas en el Lejano Oriente [Parkin, 1997]. Dentro de los países europeos, existe un patrón norte-sur, con una mayor frecuencia de aparición de casos en los países nórdicos y tasas más bajas en los países mediterráneos. La incidencia ha ido aumentando en todo el mundo, calculándose que para el año 2000 se producirán un millón de casos al año [Henderson, 1996]. Actualmente, en los países desarrollados, la probabilidad de desarrollar cáncer de mama a lo largo de la vida oscila en torno a un 10%, lo cual implica 1 caso por cada 10 mujeres [Parkin, 1997]. La tasa de crecimiento es mayor en aquellos países que tienen una menor incidencia [Coleman, 1993]. La mortalidad ha permanecido más estable en los últimos tiempos o incluso ha disminuido en algunos países, debido a los avances terapéuticos [Coleman, 1993].

El 90% de los tumores se desarrollan en el epitelio ductal, y el resto corresponderían a tumores del epitelio lobular. Un 60% de los casos tienen receptores estrogénicos, una proteína citoplasmática que se une a los estrógenos y los transporta hasta el núcleo. Sin embargo en tumores diagnosticados antes de la menopausia la presencia de estos receptores es menor, en torno a un 30% [Henderson, 1996].

Las tasas específicas presentan un fuerte aumento con la edad hasta lle-

¹ La redacción de este apartado está inspirada en los siguientes capítulos de libros y trabajos de revisión que sintetizan la evidencia epidemiológica existente por el momento: Henderson, 1996; Harris, 1997; Kuller, 1995 y Kelsey, 1993.

gar a la menopausia. A partir de ahí, la pendiente de aumento se ralentiza, siendo aproximadamente un sexto de la observada en el periodo premenopáusico. Es decir, aunque en números absolutos la incidencia es mayor en las mujeres postmenopáusicas, la ralentización de la curva de incidencia apunta ya la importancia de la actividad ovárica en estos tumores.

Los factores de riesgo mejor conocidos están relacionados con el nivel de estrógenos circulantes: edad temprana de la menarquia, menopausia tardía, edad al primer embarazo y nuliparidad. Paradójicamente, las mujeres que tienen el primer hijo después de los 35 años parecen tener mayor riesgo que las nulíparas, algo confirmado en muchos estudios. Actualmente se considera que el embarazo tiene dos efectos opuestos: un efecto precoz y pasajero de aumento de riesgo de cáncer de mama, y un efecto a largo plazo de reducción del riesgo. Los abortos inducidos no muestran este efecto protector. Una lactancia prolongada disminuye ligeramente el riesgo, aunque sólo durante el periodo premenopáusico.

El posible aumento de riesgo ligado a la ingesta de anticonceptivos orales es un hallazgo menos consistente en la literatura. El riesgo se concentraría en usuarias durante largos periodos y en aquellas mujeres que los han utilizado antes del primer embarazo. En mujeres postmenopáusicas la terapia hormonal sustitutoria parece aumentar la incidencia, aunque no se descarta la existencia de un sesgo diagnóstico debido a una mayor monitorización de las mujeres que reciben este tipo de tratamiento.

Algunas enfermedades benignas de la mama, como la mastopatía fibroquística, se asocian a un aumento de riesgo. Además, algunos cambios estructurales observados en la mamografía se asocian a un desarrollo neoplásico posterior.

La dieta podría ser un factor importante, aunque por el momento el acuerdo entre distintos estudios es sólo moderado. No hay evidencia de una asociación entre ingesta calórica total o ingesta grasa y riesgo de cáncer de mama, mientras que la vitamina A y el consumo de fibra, de vegetales y de frutas aparecen como factores de protección. Además en los países mediterráneos se ha demostrado que el consumo de aceite de oliva disminuye la incidencia de estos tumores [Martín-Moreno, 1994]. La ingesta de alcohol, incluso moderada, parece aumentar el riesgo, aunque la asociación no es muy fuerte ni aparece de forma consistente en los distintos estudios.

La relación entre obesidad y el cáncer de mama femenino es distinta en mujeres premenopáusicas que en postmenopáusicas. En las primeras la obesidad actúa como protector, mientras que en las segundas el exceso de peso es un factor de riesgo. Esta paradoja sería debida a factores hormonales. En las mujeres premenopáusicas obesas se producen con mayor frecuencia ciclos anovulatorios. En las mujeres postmenopáusicas sin embargo el tejido adiposo se convierte en la principal fuente de estrógenos [Adami, 1998].

Los antecedentes familiares suponen un considerable aumento del riesgo, calculándose que un 5% de los tumores son debidos a genes que se here-

dan y confieren un alto riesgo. La secuenciación del brazo corto del cromosoma 17 ha supuesto la detección del gen BRCA1. La herencia es autosómica dominante, y las personas con el alelo mutado tienen una probabilidad del 85% de desarrollar cáncer de mama. Posteriormente se identificó un segundo gen, el BRCA2, en el cromosoma 13, asociado con un comienzo precoz y con el mismo patrón de transmisión. El cáncer de mama es además parte de una serie de síndromes familiares incluyendo el síndrome de Li-Fraumeni (que implica alteración del gen p53), síndrome de Cowden, síndrome de Muir y ataxia telangiectasia. Sin embargo en la mayoría de las mujeres con historia familiar, la enfermedad no está ligada a una mutación o a un gen supresor, y el nivel de riesgo es mucho menor.

Las radiaciones ionizantes producen un aumento de la incidencia. La relación dosis-respuesta es lineal en mujeres expuestas antes de los 40 años. La exposición en la adolescencia parece particularmente importante [John, 1993].

El ejercicio físico se comporta como un factor protector frente al cáncer de mama. El ejercicio físico retrasa la edad de la menarquia, aumenta la duración del ciclo y el número de ciclos anovulatorios [Friedenreich, 1995]. Este efecto protector es mayor en mujeres premenopáusicas [Thune, 1997].

Por último, la incidencia de cáncer de mama está fuertemente relacionada con la clase social, siendo más frecuente en el grupo socio-económico más alto. La explicación se debe en parte a la prevalencia de los factores señalados anteriormente en las mujeres de mayor nivel socio-económico: mayor edad al primer embarazo, menor número de embarazos, menor periodo de lactancia [Kelsey, 1993b]. Otra posible explicación sería la diferencia en patrones dietéticos, incluido el consumo de alcohol [Lawson, 1999].

Se han propuesto numerosas hipótesis que tratarían de explicar el patrón de presentación del cáncer de mama femenino, aunque ninguna de ellas está ampliamente demostrada por el momento (pesticidas organoclorados, xenoestrógenos, campos electromagnéticos y solventes orgánicos entre otros). Cualquiera de estas hipótesis ha de tener en cuenta el papel esencial de los estrógenos en el desarrollo de estos tumores.

2.3.2. Factores de riesgo del cáncer de mama masculino²

El cáncer de mama masculino es unas 100 veces menos frecuente que el femenino, y la incidencia en la mayor parte de los países está por debajo de 1 caso por cada 100.000 personas-año [Parkin, 1997]. A nivel internacional, se observa una correlación entre la incidencia en ambos sexos, sin embargo la tendencia temporal del cáncer de mama masculino es mucho más estable.

² La información proporcionada en este apartado se basa en los siguientes artículos de revisión sobre este tema: Sasco, 1993; Thomas, 1993 y Nectoux, 1992.

La evolución de las tasas específicas por edad es concordante con lo observado en otros tumores epiteliales, es decir, la incidencia aumenta de forma exponencial con la edad. En los hombres no se observa la ralentización de la pendiente descrita en mujeres postmenopáusicas.

Desde el punto de vista anatomopatológico, el cáncer de mama constituye la misma entidad en hombres y en mujeres. De todas formas merece la pena señalar que en hombres el porcentaje de tumores con receptores estrogénicos es mayor (un 87% frente a un 60%), y también el porcentaje de tumores bcl2 positivos.

Todo lo que se conoce sobre los potenciales factores de riesgo para este tumor en la población masculina procede de estudios de casos y controles. Al igual que ocurría en las mujeres, los antecedentes familiares directos aumentan considerablemente el riesgo. Además el cáncer de mama es muy frecuente en varones con el síndrome de Klinefelter (anomalía cromosómica con un patrón XXY). Este síndrome se presenta en un 1-2 varones por 1000, también es hereditario y cursa con atrofia testicular, altos niveles de gonadotrofinas y de estrógenos y bajos niveles de testosterona.

La mayoría de estudios encuentran una asociación entre cáncer de mama y ginecomastia. No está claro si la ginecomastia es un factor de riesgo per se, o tal vez comparte los mecanismos etiológicos ligados a este tumor (la ginecomastia acompaña al síndrome de Klinefelter, es frecuente en cirróticos, en varones expuestos a los estrógenos y en personas con tratamientos que producen hiperprolactinemia). También existe un aumento de riesgo en varones con antecedentes de patología mamaria benigna.

Las orquitis de cualquier etiología, suponen un aumento del riesgo, así como los traumatismos testiculares, la orquitectomía, las hernias inguinales y la criptorquidia. Todas estas condiciones tienen en común un desequilibrio en la concentración de testosterona y estrógenos con predominio de estos últimos.

La obesidad es uno de los factores de riesgo mejor establecidos. Se ha estudiado la relación entre sobrepeso y cáncer de mama en distintos momentos de la vida y la relación más estrecha se observa con la obesidad en el principio de la vida adulta. Conviene señalar aquí que los estrógenos masculinos proceden precisamente de la transformación de andrógenos en estrógenos en el tejido adiposo. Dicha transformación está aumentada en los sujetos obesos.

Las enfermedades hepáticas, predominantemente la cirrosis y el alcoholismo crónico, aparecen como factores de riesgo en la mayoría de los estudios, aunque los resultados no son uniformes. En estos trastornos hepáticos, existe un exceso relativo de estrógenos debido a una menor capacidad para metabolizarlos.

Las radiaciones ionizantes también aumentan la incidencia de cáncer de mama en la población masculina. Las fuentes de radiación ionizante estudiadas incluyen las radiografías y la radioterapia. El efecto parece ser mayor en tratamientos administrados en la pubertad.

En cuanto a la administración de drogas, los resultados positivos más concordantes incluyen los tratamientos que producen aumento de secreción de prolactina y las altas dosis de estrógenos administradas en los cambios de sexo.

Otros factores de riesgo relacionados de forma menos consistente con la incidencia de cáncer en la población serían: historia de diabetes, alto nivel de colesterol e historia de coleditiasis. Todas estas condiciones pueden producir un aumento de estrógenos circulantes.

La similitud entre los riesgos relativos encontrados en hombres y mujeres para factores de riesgo comunes, tales como los antecedentes de patología mamaria benigna, los antecedentes de cáncer de mama familiares y la exposición a radiación ionizante, y la diferencia de incidencia en ambos sexos (razón varón:mujer de 1:100) sugieren que el cáncer de mama se desarrolla en respuesta a distintos factores de riesgo a una tasa proporcional al número de células a riesgo de transformación maligna.

Desde el punto de vista de salud pública, el cáncer de mama en hombres no es un tema prioritario. Sin embargo, dado que este tumor en ambos sexos es hoy considerado una misma enfermedad, el estudio de los factores etiológicos en hombres puede ayudar a proporcionar pistas sobre la causas del incremento de incidencia en las mujeres. Aspectos etiológicos que podrían pasar desapercibidos en los estudios realizados en mujeres, debido a la enorme influencia a nivel individual de los cambios hormonales sufridos a lo largo de la vida, pueden salir a la luz en los estudios epidemiológicos en la población masculina, sin verse afectados por el enorme efecto confusor de estas variables.

2.3.3. Los estrógenos y el cáncer de mama

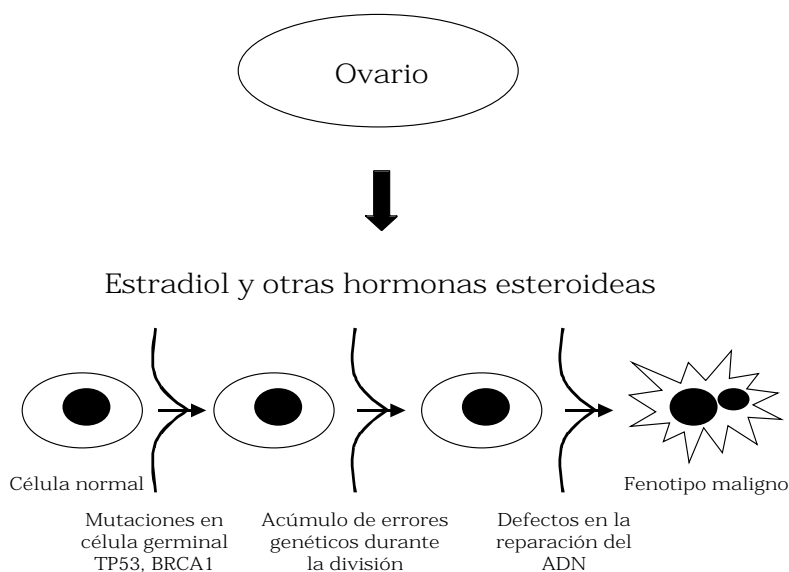
Estudios de exposición a estrógenos y desarrollo de tumores de mama en ratones inspiraron la hipótesis de que las hormonas aumentan la incidencia de cáncer. La influencia hormonal se ha comprobado en siete tipos de neoplasias: mama, endometrio, próstata, ovario, tiroides, huesos y testículo, calculándose que el 35% de los casos de cáncer en hombres y más del 40% en las mujeres son tumores hormono-dependientes. [Henderson, 1997]. Bajo esta hipótesis, el cáncer sería la consecuencia de un estímulo hormonal excesivo en el órgano diana. Las hormonas ejercerían su efecto independientemente de los "iniciadores" exógenos, tales como los carcinógenos químicos o las radiaciones ionizantes.

La carcinogénesis es un proceso secuencial que implica una serie de alteraciones genéticas, entre las que se incluye la activación de oncogenes y la inactivación de genes supresores, en una cascada que culmina en el fenotipo maligno. La figura 1 esquematiza esta secuencia para el caso concreto del cáncer de mama, en el que se produce la pérdida o inactivación de varios ge-

nes supresores que controlan el comportamiento celular (p53 y BRCA1). La inactivación de un gen supresor requiere primero la aparición de una mutación en uno de los dos alelos. Posteriormente, para perder el alelo normal es imprescindible que la célula se divida. El papel de las hormonas es estimular la división celular. Al aumentar la tasa de proliferación disminuye también la reparación del ADN, por lo que las alteraciones genéticas se perpetúan y darían lugar a la selección del clon mutado.

El estradiol es el principal estimulante de la proliferación del epitelio mamario. La presencia de la progesterona probablemente aumenta aún más la tasa de proliferación. De hecho, la actividad mitótica es máxima en la fase luteica del ciclo menstrual. La presentación tardía de la menarquia no sólo implica un menor tiempo de actividad ovárica, sino también una mayor frecuencia de ciclos anovulatorios. El ejercicio físico, otro factor de protección frente al cáncer de mama, retrasa la edad de la menarquia e incrementa el número de ciclos anovulatorios. También la compleja relación entre obesidad y el cáncer de mama es explicable por la teoría estrogénica. Durante la vida fértil, la obesidad aumenta el número de ciclos anovulatorios, mientras que tras la menopausia, los estrógenos son sintetizados a partir del tejido graso. La lactancia es otro factor que incrementa el número de ciclos anovulatorios.

Figura 1. Influencia hormonal en la cascada de cambios genéticos en el cáncer de mama³



³ Figura tomada de Henderson, 1997.

Como se comentó anteriormente, el embarazo llevado a término tiene un doble efecto de incremento de riesgo a corto plazo y de disminución a largo plazo. Esta paradoja tiene su explicación fisiológica en función de los patrones hormonales. Durante el primer trimestre del embarazo aumenta mucho el estradiol disponible, un efecto que es más intenso durante el primer embarazo. Sin embargo, tras el embarazo los niveles de prolactina permanecen bajos y aumenta la concentración de globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG), proteína que se une a los estrógenos inactivándolos.

En comparaciones internacionales, la concentración de estrógenos en la orina de las mujeres sanas se correlaciona con la variación observada en la incidencia de este tumor, siendo mayor en mujeres americanas y menor en mujeres asiáticas [Mac-Mahon, 1974; Bernstein, 1990]. Las diferencias hormonales son mayores aún en mujeres postmenopáusicas [Shimizu, 1990]. Existen dos posibles explicaciones de estas diferencias: 1) la actividad física, que es mucho mayor en mujeres asiáticas; 2) la ingesta de fibra también es mayor en estas mujeres, lo que supone una mayor excreción intestinal de esteroides y menor concentración plasmática.

Con respecto al cáncer de mama masculino, en el hombre los estrógenos proceden de la transformación de las hormonas masculinas en el tejido adiposo, estando bien establecida la relación entre obesidad en el inicio de la vida adulta y el cáncer de mama masculino. La mayor parte de los factores etiológicos propuestos para el cáncer de mama en varones son concordantes con un desequilibrio entre la concentración de estrógenos y de testosterona.

Recientemente, se ha sugerido que los estrógenos podrían desempeñar también un papel iniciador de la carcinogénesis mamaria, mediante un mecanismo que implica la transformación metabólica de estas hormonas y la generación de radicales libres capaces de alterar el ADN [Liehr, 1997].

En resumen, el cáncer de mama estaría desencadenado por la exposición ambiental a carcinógenos o factores iniciadores, probablemente en etapas precoces de la vida, lo que pondría en marcha la transformación neoplásica. Posteriormente las hormonas mamotrópicas, principalmente los estrógenos, favorecerían el crecimiento y la progresión del tumor [Kuller, 1995; Adami, 1998].

2.3.4. Ocupación y cáncer de mama femenino

En la tabla 1 se presenta una síntesis de los estudios dirigidos específicamente a estudiar la relación entre cáncer de mama y ocupación en población femenina, o aquellos con objetivos más generales que presentan algún resultado de interés sobre el cáncer de mama. Muchos de estos estudios no pudieron tener en cuenta dos tipos de confusores de especial importancia en esta área: el estatus socioeconómico y los factores reproductivos. Además hay que señalar que muchos de los estudios poblacionales utilizan como grupo

de referencia la población general, incluyendo con ello a las mujeres no trabajadoras, las cuales tienen un patrón reproductivo diferente [Threlfall 1995] y una situación de salud posiblemente distinta a la de la población activa femenina [Morton 1995]. Por otra parte, los estudios de casos y controles suelen recurrir a una clasificación menos detallada de la ocupación, lo que crea problemas de mala clasificación y disminuye la oportunidad de identificar grupos ocupacionales con riesgo elevado.

Aún con estas limitaciones en mente, los trabajos existentes muestran una mayor incidencia o mortalidad de cáncer de mama en las siguientes profesiones:

- **Secretarias y empleadas en tareas administrativas:** hallazgo que se repite tanto en estudios de mortalidad [Roman, 1985; Rubin, 1993; Costantini, 1994; Morton, 1995; Calle, 1998], de incidencia [Olsen, 1987; Zheng, 1993; Simpson, 1999; Andersen, 1999; Robinson, 1999] y en dos estudios de casos y controles que proporcionan estimadores del riesgo controlando por los factores de riesgo conocidos [Ewertz, 1988; Coogan, 1996a]. Entre las posibles explicaciones de este exceso de riesgo figuran el sedentarismo, la mayor tardanza en tener hijos y la exposición a radiaciones electromagnéticas con el uso de ordenadores. Se ha comunicado de forma más específica un exceso de riesgo en mujeres premenopáusicas operadoras de aparatos electrónicos de oficina [Band, 2000].
- **Profesoras:** Las profesoras son tal vez la profesión más repetidamente señalada en los distintos estudios, ya sean de mortalidad [Roman, 1985; Threlfall, 1985; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Costantini, 1994; King, 1994; Morton, 1995; Robinson, 1999], de incidencia [Williams, 1977; Pukkala, 1993; Morton, 1995; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Carpenter, 1999; Simpson, 1999; Andersen, 1999]. Tres de los estudios de casos y controles muestran riesgos altos, aunque en los dos primeros los OR no son significativos [Habel, 1995; Petralia, 1998b; Band, 2000], mientras que llama la atención la ausencia de asociación en otros dos estudios de casos y controles [Ewertz, 1988; Coogan, 1996a]. De nuevo, la mayor incidencia de cáncer de mama en profesoras se ha atribuido a los factores reproductivos, aunque los estudios de Habel [1995] y Petralia [1998b] muestran riesgos similares tras el ajuste por estos factores. Otra posible explicación sería el carácter sedentario de esta profesión. En relación a este factor de riesgo hay que destacar los hallazgos de Pukkala [1993], que estudia dos tipos de profesoras con un patrón de actividad física muy diferente: profesoras de educación física versus profesoras de literatura. Las profesoras de educación física presentaron una menor incidencia de tumores premenopáusicos que el otro tipo de profesoras, pero no se encontraron diferencias respecto a la frecuencia de cáncer de mama por encima de los 50 años.

- **Enfermeras:** Es otra de las ocupaciones más citada en la literatura. Se han publicado incrementos de la mortalidad [Katz, 1983; Roman, 1985; Threlfall, 1985; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; King, 1994; Petralia, 1999a], de la incidencia [Sankila, 1990; Gunnarsdóttir, 1995; Morton, 1995; Rix, 1996; Rix, 1997; Petralia 1998a; Weiderpass, 1999; Andersen 1999] y OR elevados en dos estudios caso-control [Habel, 1995; Band, 2000]. Los resultados fueron negativos en algunos de los estudios incluidos [Coogan, 1996a; Calle, 1998]. En dos de los estudios citados, la asociación desapareció al eliminar a las amas de casa del grupo de comparación [Threlfall, 1985; King, 1994], mientras que en muchos otros la asociación está basada utilizando como referencia únicamente la población activa [Katz, 1983; Sankila, 1990; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Rix, 1996; Weiderpass, 1999]. Los estudios que distinguen entre enfermera y auxiliar sanitaria sólo encuentran un exceso de riesgo en las primeras [Sankila, 1990; Rix, 1996; Petralia, 1999a, Andersen 1999], lo cual, según estos autores, se debería a la diferente clase social de estos dos colectivos y no a un diferente patrón de exposición. El estudio de las enfermeras islandesas ofrece evidencias de que en esta cohorte los factores reproductivos no explican el exceso de riesgo encontrado [Gunnarsdóttir, 1995].
- **Médicas:** Mientras que en algunos estudios de mortalidad o de incidencia aparecen como una de las ocupaciones con un mayor riesgo [Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Rix, 1996; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Petralia, 1999a, Andersen 1999], un estudio del personal sanitario finlandés muestra una incidencia en médicas similar a la del conjunto de población femenina trabajadora [Sankila, 1990]. Uno de los estudios de caso-control incluido encuentra un exceso de riesgo en mujeres postmenopáusicas [Band, 2000].
- **Dentistas:** Los estudios que hacen referencia específica a este colectivo encuentran un elevado riesgo [Sankila, 1990; Rix, 1996; Rix, 1997; Andersen, 1999].
- **Otros profesionales sanitarios:** Se ha comunicado un aumento de riesgo para fisioterapeutas [Rix, 1996; Rix, 1997; Carpenter, 1999; Simpson, 1999], higienistas dentales [Morton, 1995], técnicos de laboratorio [Belli, 1992; Doody, 1998; Burnett, 1999; Gustavsson, 1999; Wennborg, 1999], técnicos de rayos [Boice, 1995; Petralia, 1999a] y profesionales sanitarios en general [Olsen, 1987; Ewertz, 1988; Andersen, 1999]. Las trabajadoras sanitarias están expuestas a diferentes factores con un potencial efecto nocivo: citostáticos, medicamentos, gases anestésicos, agentes infecciosos, radiaciones ionizantes y óxido de etileno. Se ha mostrado que dentro del personal sanitario, las profesionales expuestas a los rayos X tienen un mayor riesgo [Wang, 1990]. Entre las explicaciones alternativas hay que señalar el patrón reproductivo de estas mujeres y su mayor acceso a las técnicas diagnósticas [Rix, 1996]. Este último fac-

tor podría aumentar el estimador del riesgo en los estudios de incidencia, pero disminuiría la estimación obtenida en los de mortalidad.

- **Farmacéuticas, trabajadoras en la industria farmacéutica:** Dos estudios en una compañía farmacéutica británica y otra danesa revelaron un exceso de cáncer de mama [Baker 1986; Hansen, 1994a], en el segundo de ellos el exceso también fue observado en varones. Por otra parte, dos estudios incluyendo el total de la población trabajadora en esta industria en Inglaterra y Gales y en técnicos de farmacia en Dinamarca presentan resultados negativos [Harrington, 1986; Hansen, 1994b]. Tres estudios muestran un riesgo alto para las farmacéuticas [Rubin, 1993; Rix, 1997; Petralia, 1999a], estadísticamente significativo únicamente en los dos últimos. La exhaustiva revisión de Goldberg en 1996 llega a la conclusión de que existe evidencia de asociación entre el cáncer de mama y el trabajo en la industria farmacéutica [Goldberg, 1996].
- **Trabajadoras de la industria química:** Algunos estudios muestran una mayor frecuencia de cáncer de mama en estas trabajadoras [Bulbulyan, 1992; Morton, 1995; Hansen, 1999; Andersen, 1999; Band, 2000]. La revisión citada anteriormente considera que existe limitada evidencia sobre esta posible asociación [Goldberg 1996].
- **Trabajadoras religiosas y trabajadoras sociales:** La alta prevalencia de mujeres nulíparas explicaría la mayor presencia de la enfermedad en estos grupos ocupacionales [Williams, 1977; Olsen, 1987; Rubin, 1993; Habel, 1995; Morton, 1995; Coogan 1996a; Rix, 1997; Andersen, 1999].
- **Directivas y ejecutivas:** Se han identificado como grupo de alto riesgo en numerosos estudios [Roman, 1985; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Zheng, 1993; Constantini, 1994; Morton, 1995; Barbone, 1996; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Calle, 1998; Andersen 1999]. Un estudio que ajusta por los factores de riesgo conocidos para el cáncer de mama arroja resultados negativos [Petralia, 1998b]. Estas mujeres pertenecen al estrato socio-económico y cultural más alto, el cual ha sido repetidamente asociado a una mayor frecuencia de estos tumores [Lynge 1990; Costantini, 1994]. De hecho en uno de los estudios, el exceso de riesgo no desaparece tras ajustar por factores reproductivos, pero sí lo hace al introducir el nivel educativo en el modelo [Barbone, 1996].
- **Trabajadoras relacionadas con la industria de la telefonía:** Las instaladoras, y las reparadoras de teléfonos, las trabajadoras de la línea telefónica y las operadoras de teléfonos aparecen como ocupaciones de riesgo en distintos estudios [Roman, 1985; Bulbulyan, 1992; Loomis 1994; Dosemeci, 1994; Morton, 1995; Tynes, 1996; Calle, 1998; Simpson, 1999]. Los dos factores de exposición más importantes en esta industria son las radiaciones electromagnéticas de baja intensidad y las ondas de radiofrecuencia.
- **Otras ocupaciones eléctricas:** Algunos de los estudio incluyen a las profesiones anteriores en el apartado de ocupaciones eléctricas. En la litera-

tura aparecen riesgos elevados en ingenieras y técnicas en electricidad y electrónica [Loomis, 1994; Morton, 1995; Petralia, 1998a] y en el conjunto de las ocupaciones eléctricas [Olsen, 1987; Loomis, 1994]. El exceso observado entre tal diversidad de ocupaciones eléctricas debería ser el resultado de la exposición a algún factor común en todas ellas, apareciendo como principal candidato plausible las radiaciones electromagnéticas [Loomis 1994].

- **Peluqueras y esteticistas:** Se ha comunicado un riesgo elevado para estas trabajadoras [Teta, 1984; Habel, 1995; Morton, 1995; Band, 2000]. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada por Goldberg [1996], existe evidencia en la literatura de un aumento de riesgo ligado a esta profesión. Estas mujeres tienen contacto con multitud de sustancias químicas, entre ellas los tintes de pelo, en los que se ha demostrado actividad mutagénica. Dos de los estudios citados [Teta, 1984; Morton, 1995] sugieren que el exceso de riesgo ha podido ir disminuyendo en el tiempo, lo cual sería atribuible a la diferente composición de los compuestos químicos utilizados.
- **Otras ocupaciones:** De forma menos consistente se ha asociado un exceso de cáncer de mama con las siguientes ocupaciones: industria alimentaria [Olsen, 1987; Ewertz, 1988; Bulbuyan, 1992; Morton, 1995; Band, 2000], artistas [Habel, 1995; Rix, 1997; Andersen, 1999]; cajeras y trabajadoras de banco [Rubin, 1993; Morton, 1995; Coogan, 1996a; Rix, 1997; Calle, 1998], bibliotecarias [Rubin, 1993; Morton, 1995; Petralia, 1998a; Band, 2000], producción de aparatos de precisión [Rubin, 1993; Habel, 1995; Coogan, 1996a] y en el conjunto de profesionales [Williams, 1977; Talamini, 1984; Rubin, 1993; Zheng, 1993; Barbone, 1996; Rix, 1997; Andersen, 1999].
- **Exposiciones laborales:** En la literatura se han aplicado matrices de ocupación-exposición que han ayudado a identificar una mayor frecuencia de cáncer de mama asociada a la exposición a los siguientes agentes físicos o químicos: radiaciones ionizantes [Cantor, 1995; Weiderpass, 1999], estireno [Cantor, 1995], solventes orgánicos [Cantor, 1995; Weiderpass, 1999; Petralia, 1999b], mezclas de ácidos [Cantor, 1995], óxido de etileno [Norman, 1995], asbesto y/o fibras vítreas [Weiderpass, 1999], campos electromagnéticos de radiofrecuencia [Cantor, 1995] y campos electromagnéticos de muy baja intensidad —ELFMF— [Cantor, 1995; Tynes, 1996; Coogan, 1996b; Kliukiene, 1999]. Además se ha estudiado la exposición ocupacional a sustancias con actividad xenoestrogénica, ya que una hipótesis reciente les señala como responsables el incremento del cáncer de mama, pero los resultados han sido negativos [Cantor, 1995; Aschengrau, 1998].

2.3.5. Ocupación y cáncer de mama masculino

Dada la bajísima frecuencia de este tipo de tumores en la población masculina, el número de trabajos que arrojan resultados positivos es mucho más escaso, como se muestra en la tabla 2. Entre las asociaciones encontradas en la literatura cabe destacar:

- **Trabajos relacionados con exposición a campos electromagnéticos:** Aunque no todos los estudios sobre este tema arrojan resultados positivos, la exposición ocupacional a campos electromagnéticos de baja intensidad, particularmente entre trabajadores de la industria eléctrica, telefónica y del ferrocarril, ha sido repetidamente relacionada con el cáncer de mama masculino [Tynes, 1990; Tynes, 1992; Demers, 1991; Matanoski, 1991; Loomis, 1992].
- **Industria del acero y altos hornos:** Se ha registrado en varios estudios un aumento de frecuencia de cáncer de mama en este colectivo de trabajadores [Mabuchi, 1985; Rosenbaum, 1994; Cocco, 1998] que ha sido atribuido a la disfunción testicular producida por la exposición a altas temperaturas. En este sentido, algunos estudios han encontrado una asociación positiva con la exposición ocupacional al calor [Rosenbaum, 1994].
- **Trabajo de imprenta:** Aparece como ocupación de riesgo en 3 estudios de los consultados en la bibliografía, aunque no se discute el posible factor causal implicado [Olsen, 1987; McLaughlin, 1988; Andersen, 1999].
- **Otras ocupaciones:** Militares [Mabuchi, 1985; Andersen, 1999], trabajo de la madera [Olsen, 1987], pescadores [Olsen, 1987], fabricación de jabón y productos cosméticos [McLaughlin, 1988], trabajadores del gobierno y la administración [McLaughlin, 1988], algunas profesiones sanitarias [McLaughlin, 1988], periodistas [McLaughlin, 1988], carniceros [Lenfant-Pejovic, 1990], policías [Forastiere, 1994; Andersen, 1999], bomberos [Rosenbaum, 1994; Andersen, 1999], trabajo en plantas farmacéuticas [Hansen, 1994a], manejo de maquinaria [Robinson, 1997], fabricantes y reparadores de maquinaria [Andersen, 1999], cocineros [Andersen, 1999], trabajo de mantenimiento de edificios [Andersen, 1999] y exposición ocupacional a gasolinas y sus productos de combustión [Hansen, 2000].

Al igual que señalamos anteriormente, aquellos estudios de cohortes que utilizan población general podrían estar influenciados por el sesgo del “trabajador sano”, como lo demuestra el hecho de que la población masculina no activa presente un exceso significativo de cáncer de mama [Andersen, 1999].

ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LAS TABLAS 1 y 2:

BMI = Índice de masa corporal (body mass index)
 CCA = Casos y controles anidados a una cohorte específica
 CCD = Casos y controles con certificados de defunción
 CCH = Casos y controles hospitalario
 CCP = Casos y controles poblacional
 CHS = Estudio de una cohorte seleccionada en la población
 CHP = Estudio de cohorte poblacional (incluye toda la población de un área)
 CRQ = Criptorquidia
 DEF = Estudio transversal con certificados de defunción (sin tomar controles)
 FR = Factores reproductivos y sexuales.
 HR = Hazard ratio o razón de tasas de incidencia procedente de un modelo de Cox
 JEM = Matriz de ocupación-exposición (job exposure matrix)
 NE = Nivel de educación
 NS = No significativo
 OR = Razón de oportunidades (odds ratio)
 PAH = Compuestos hidrocarbonados aromáticos policíclicos (Polycyclic aromatic hydrocarbons)
 PMR = Razón de mortalidad proporcional (proportional mortality ratio)
 PRR = Razón de registro proporcional (proportional registration ratio)
 REG = Casos registrados en uno o más registros de cáncer
 RR = Riesgo Relativo
 SE = Nivel socio-económico
 SIR = Razón de incidencia estandarizada (Standardized incidence ratio)
 SMR = Razón de mortalidad estandarizada (Standardized mortality ratio)

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Williams 1977 EEUU	Cáncer y ocupación	REG	Otros pacientes con cáncer	OR	Edad, raza, NE, área de registro	Exceso de cáncer de mama en profesoras, profesionales, trab. banco, contables, seguros. El control por NE no cambió estos resultados.
Adams 1980 EEUU	Cáncer de mama en trabajadoras de diales de radio	CHS	Población femenina de EEUU	SMR SIR	Edad	Exceso de mortalidad e incidencia significativo en trabajadoras con ingesta de Ra \geq 50 mCi. Riesgo algo más elevado en nulíparas.
Katz 1983 EEUU	Mortalidad en las enfermeras	DEF	a) Muertas con trabajo b) Profesionales (difuntas)	PMR SE	Edad, periodo (2.º grupo)	Exceso de mortalidad por cáncer de mama significativo sólo respecto al primer grupo.
Teta 1984 EEUU	Ocupaciones de peluquería y cosmética e incidencia de cáncer	CHS	Total población femenina de Connecticut	SIR	Edad, periodo	Exceso de cáncer de mama en esas ocupaciones en mujeres que iniciaron la profesión antes de 1935 (con 35 años o más desde el inicio de la profesión. No exceso en hombres (cohorte escasa).
Talamini 1984 Italia	Cáncer de mama y factores sociales y Dietéticos	CCH	Mujeres 27-79 año Apareado por edad	OR	Edad, NE, FR	Exceso significativo en profesionales y en amas de casa. Referencia = agricultoras. Los OR del análisis multivariante fueron mayores.
Roman 1985 Reino Unido	Mortalidad en mujeres trabajadoras	DEF	Total de difuntas	PMR	Edad	Exceso de cáncer de mama en profesoras, oficinistas, cajeras, propietarias, directivas, trab. sociales, viajantes, enfermeras, limpiadoras de escuelas y operadoras de teléfono.
Threlfall 1985 Canadá	Relación ocupación y cáncer de mama y de ovario	DEF	a) Total de difuntas b) Muertas con trabajo	PMR	Edad	Respecto al total, riesgo alto: enfermera, profesora y trab. venta. Al eliminar amas de casa desaparece el exceso de riesgo salvo en profesoras.



Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Baker 1986 Inglaterra	Mortal. por cáncer en una compañía farmacéutica	CHS CCD	a) Pob. Inglaterra b) Análisis interno (exp. vs no-exp.)	OR	Análisis por sexo	Exceso significativo de mortalidad por cáncer de mama en las trabajadoras de la compañía. Análisis interno poco informativo basado en muy pocos casos.
Olsen 1987 Dinamarca	Cáncer por ocupación (activ. industrial)	REG	Otros pacientes con cáncer	PRRS	Edad y año, análisis por sexo	Exceso de incidencia en trab. de producción equipo fotográfico, seguros, profesionales sanitarios, trabajo social.
Ewertz 1988 Dinamarca	Cáncer de mama y factores socio-económicos	CCP	Mujeres < 70 años	OR	Edad, FR, SE residencia	Exceso significativo en oficinistas y casi signif. en profesionales sanitarias y trabajadoras en la producción de alimentos. OR para profesoras igual a 1. Referencia = amas de casa y agricultoras.
Wang 1990 China	Incidencia de cáncer en trab. sanitarios expuestos a rayos X	CHS	Cohorte de médicos y prof. sanit.	SIR	Edad, período, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en las mujeres que trabajan con procedimientos diagnósticos de rayos X en relación a otros especialistas médicos.
Sankila 1990 Finlandia	Incidencia de cáncer en prof. sanitarias	CHP	Población activa	SIR	Edad, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en enfermeras. SIR altos en mujeres dentistas, enfermeras dentales y matronas. No hay exceso de riesgo en auxiliares de enfermería.
Belli 1992 Italia	Mortal. por cáncer en el Instituto Nacional de Salud	CHS	Población general	SMR	Edad, período, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en mujeres (la cohorte incluye investigadores, técnicos de laboratorio y personal de mantenimiento).
Bulbulyan 1992 Unión Soviét.	Mortal. por cáncer por ocupación en pensionistas urbanas	CHP	Población activa urbana (mujeres)	SMR	Edad	Exceso en profesionales: médicas (el mayor exceso), directivas, enfermeras, profesoras, ingenieras. También en trab. de ventas, comunicaciones, alimentación, ferrocarril, transporte urbano y en camareras.

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Rubin 1993 EEUU	Relación ocupación y cáncer de mama	DEF CCD	Muertas con trabajo	PMR OR	Edad y raza	Riesgo elevado: ejecutiva, profesional, administrativas, trab. religioso, bibliotecaria, profesora, consejera, matemát., secretaria, profesoras de todos los grados, mecánica y reparadora.
Zheng 1993 Shangai	Ocupación, actividad física y cáncer de mama ovario y cervix	CHP	Población general	SIR	Edad, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en profesionales, directivas, administrativas y oficinistas. Relación dosis-respuesta inversa en relación a la actividad física ocupacional (medida con distintos índices).
Pukkala 1993 Finlandia	Incidencia de cáncer en profesoras de lengua y de educación física	CHP	Población femenina Comparación de ambos grupos	SIR Razón de SIRs	Edad, periodo	Exceso de cáncer de mama en ambos tipos de profesoras. Comparados entre sí, menor incidencia de tumores premenopáus. en profesoras de educación física (no diferencia en tumores postmenopáus.)
Loomis 1994 EEUU	Riesgo ocupaciones eléctricas	CCD	Muertas con trabajo apareado edad y raza	OR	Edad, raza, SE	Elevado riesgo conjunto. Ocupaciones de riesgo: teléfono (instaladora. reparadora, trab. de la línea) e ingeniería electrónica.
Hansen 1994 (a) Dinamarca	Incidencia de cáncer en una planta farmacéutica	CHS	Población danesa	SIR	Edad, periodo, análisis por sexo comparación de FR	Elevado riesgo de cáncer de mama en hombres y en mujeres. Los FR y otros factores de riesgo sólo explicarían 1/4 del exceso visto en mujeres.
Hansen 1994 (b) Dinamarca	Incidencia de cáncer en téc. de farmacia	CHP	Población femenina danesa	SIR	Edad, periodo	No se encontró un riesgo elevado de cáncer de mama en las mujeres de la cohorte.
Dosemeci 1994 EEUU	Mortal. por cáncer en trabajadoras de la industria telefónica	CCD	Muertas por causas no cancerosas	OR	Análisis por raza, grupo de edad y región	Exceso significativo de cáncer de mama en trabajadoras menores de 70 años, en ambas regiones y razas. Exceso en oficinistas, ingenieras y técnicas. Riesgo no elevado en operadoras de teléfono.



Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Costantini 1994 Italia	Mortal. por cáncer en dos cohortes de mujeres trabajadoras	CHP CCD	Pob. activa femenina. Trabajadoras muertas por otras causas	SMR OR	Edad, período Edad	Mayor mortalidad por cáncer de mama en clases sociales altas. Exceso de mortalidad por cáncer de mama en profesoras, oficinistas y directivas.
King 1994 Canadá	Mortal. en enfermeras y profesoras.	DEF	a) población femenina b) pob. activa femenina	PMR	Edad	Exceso significativo en ambas profesiones de cáncer de mama. Al excluir las amas de casa el riesgo disminuye, siendo signif. en profesoras y no en enfermeras.
Cantor 1995 EEUU	Riesgo por nivel de exposición a sustancias en la JEM.	CCD con JEM	Muertas con trabajo apareado edad y raza	OR	Edad, SE análisis por raza	Asoc. con exp. a estireno, solventes orgánicos, metales y óxidos metálicos y mezclas de ácidos. Débil asociación con radiofrecuencia y radiación ionizante.
Habel 1995 EEUU	Relación ocupación y cáncer de mama	CCP	Mujeres 55-64 años	OR	Edad, FR, NE BMI, alcohol.	Riesgos altos (NS): producción textil, recepcionista, esteticista, pintora-escultora-impresora. Moderado: enfermera, profesora. El ajuste por FR no modificó los OR ocupacionales.
Doody 1995 EEUU	Riesgo por procedimiento en técnicas de radiología	CHS CCA	Técnicas radiología apareado año nacim., año registro, seguimiento	OR	FR, historia familiar, var. apareamiento	Ninguno de los procedimientos investigados mostró exceso de riesgo. Probable falta de variabilidad debido al grupo control. El ajuste por FR no modificó los OR obtenidos.
Morton 1995 Canadá	Relación ocupación y cáncer de mama. Incidencia y mortalidad	CHP	Mujeres <68 años censo 1970 USA	SIR SMR	Edad, región	Incidencia alta en: ama de casa, profesional, enfermera, técnica de laboratorio, higienista dental, ingeniera eléct., maestra, trab. religiosa, trab. social. Mortalidad alta: bibliotecaria, operadora teléfono, directiva, esteticista.

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Gunnarsdóttir 1995 Islandia	Incidencia de cáncer en las enfermeras	CHP	Población femenina	SIR	Edad, período, FR	Exceso de cáncer de mama considerando un per. de latencia de 20 años. Los FR no explican el exceso observado.
Norman 1995 EEUU	Incidencia de cáncer en trab. expuestos a óxido de etileno	CHS	Población EEUU	SIR	Edad, período, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en trabajadores estables. El riesgo disminuyó a lo largo del tiempo.
Boice 1995 EEUU	Cáncer de mama en técnicas de radiología.	CHP CCA	Otras técnicas de RX apareado por edad, año de certific. y t. de seguimiento.	OR	Edad, FR, historia familiar	No asociación con trabajo con equipo de radioterapia, radioisótopos, fluoroscopia. Mayor riesgo de tumores postmenopáus. en mujeres con > 10 años de trabajo (no exceso de t. premenopáus.).
Pukkala 1995 Finlandia	Cáncer en personal de vuelo	CHP	Población general	SIR	Edad, período indirectamente FR	Exceso de cáncer de mama significativo, concentrado en mujeres con 15 y más años de servicio. Los FR no explican totalmente el exceso encontrado.
Rix 1996 Dinamarca	Ocupac. sanitarias e incidencia de cáncer	CHP	Total poblac. activa	SIR	Edad, análisis por sexo	Exceso de cáncer de mama en mujeres: dentistas, fisioterapeutas, médicas y enfermeras y déficit en auxiliares. Resultados neg. en varones.
Tynes 1996 Noruega	Riesgo en operadoras de radio y telégrafo en barcos mercantes	CHP y CCA	Población femenina Cohorte telecomun.	SIR OR	Edad y año	Exceso de cáncer de mama en la cohorte, ppalmente en 45-54 a. En > 50 a: dosis-respuesta con duración de empleo y cambio de turno. Ajuste por fertilidad: SIR elevado en > 50 a.
Coogan 1996a EEUU	Relación ocupación cáncer de mama	CCP	Mujeres < 75 años apareado edad	OR	Edad, región, historia, SE, FR, BMI, alcohol	Sólo el trabajo administrativo mostró un exceso de riesgo. Riesgo alto NS: producción de aparatos de precisión, bibliotecaria, cajera de banco. Ajuste por EF y demás no modificó los OR.

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Coogan 1996b mismo estudio EEUU	Exposición ocupac. a campos electromagnéticos	CCP	Mujeres < 75 años selección ocupaciones expuestas	OR	Idem que el anterior	Riesgo elevado en categoría de mayor exposición. Riesgo en dos ocupaciones específicas: operaria de ordenador y trab aparatos precisión. Ajuste por confusores no modificó los OR.
Goldberg 1996 Revisión	Cáncer de mama y ocupación	Revisión	147 artículos de 115 estudios	—	—	Existe evidencia de mayor riesgo en la industria farmacéutica, en esteticistas. También en ocupaciones químicas y posiblemente en ocupaciones con exposición a campos electromagnéticos.
Barbone 1996 Italia	Cáncer de mama y fact. sociales	CCH	Mujeres < 76 años Apareado por hospital	OR	Edad, RF, NE, Anticoncept.	Exceso de riesgo en directivas y profesionales. Referencia = amas de casa. El ajuste por FR disminuyó poco los estimadores, pero al ajustar por NE el riesgo disminuyó bastante y se hizo no signif.
Rix 1997 Dinamarca	Cáncer genital femenino por ocupación	CHP	Población activa femenina	SIR	Edad, período	Exceso en abogada, trab. industria del tabaco, trab. metal, actriz, farmacéutica, ejecutiva, encuadernadora, médica, dentista, fisioterapeuta, enfermera, trab. social, cajeras, contable, oficinista y trabajo de banco.
Doody 1998 EEUU	Mortal. por causas en técnicos radiológicos	CHS	Población americana	SMR	Edad, sexo, período	Sesgo de trabajador sano. Exceso de mortalidad por cáncer de mama en técnicas registradas antes de 1940, relación dosis-respuesta con duración de trabajo.
Aschengrau 1998 EEUU	Exp. ocupacional a xenoestrógenos y cáncer de mama	CCP con JEM	Mujeres del área apareado por edad y raza.	OR	Edad, FR, historia familiar y personal	Resultados negativos. Indicio de exceso de riesgo sólo para la exp. ocupacional a 4-octilfenol y bifenilos policlorados (PCB) basado en muy pocas mujeres expuestas.

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Petralia 1998a Shanghai	Riesgo de ocupac. y por determinadas sustancias	CHP con JEM	Total de la cohorte	SIR	Edad	Riesgo elevado: ingeniera electr., médica, enfermera, profesora, directiva, contable, trab. caucho. Riesgo en expuestas a solv. orgánicos y específicamente benceno.
Petralia 1998b EEUU	Riesgo de profesionales y directivas	CCP	Mujeres > 40 a. apareado por edad y región	OR	Edad, NE, FR, historia, BMI	Premenop: Riesgo alto NS precisión-producción-reparación Postmenop: Riesgo alto NS profesoras y sector servicios Resultado general negativo. OR ajustados y crudos similares. El control por FR, hist. familiar y otros no modificó los HR.
Calle 1998 Columbia-Puerto Rico	Ocupación y mortal. por cáncer de mama Cohorte del Cancer Prevention Study II	CHS	Medio millón de mujeres americanas	HR	Edad, raza, historia familiar, FR, otros	Referencia = amas de casa de la cohorte. Riesgo elevado sólo en: ejecutiva, técnica de laboratorio y rayos y trabajo administrativo. Riesgos altos (NS): teléfono-teléfono y cajeras de banco.
Carpenter 1999 Reino Unido	Relación ocupación y cáncer de mama	REG	Mujeres registradas con ocupación	PRR	Edad, región, SE	Mayor proporción de profesoras y fisioterapeutas entre los casos con cáncer de mama.
Hansen 1999 Dinamarca	Cáncer de mama en industrias con uso de solv. orgánicos	CCP	Mujeres 20-55 a. con empleo apareadas por edad	OR	Edad, SE, FR	OR entre 1,4 y 2,4 en las industrias con uso de solv. orgánicos: textil, química, papel e imprenta, prod. metálicos, madera y muebles. Ajuste por FR y SE afectó < 10% a los OR.
Burnett 1999 EEUU	Técnicos sanitarios y de investigación y ciertos cánceres	DEF	Muertas 16-90 a. con ocupación	PMR	Edad, raza	Exceso de cáncer de mama en técnicos de laboratorio sanitario, no en técnicos de radiología ni en los de investigación

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Petralia 1999a EEUU	Trabajadoras sanitarias y cáncer	CCD	Todas las difuntas por causas \neq cáncer	OR	Edad, análisis por raza	Exceso de cáncer de mama en médicas, farmacéuticas, técnicas en radiología y técnicas clínicas, menor en enfermeras y nulo en auxiliares. Posible confusión por nivel SE.
Simpson 1999 Reino Unido	Ocupación y ciertos cánceres	REG	Mujeres registradas con ocupación	PRR	Edad, SE	Exceso de las siguientes ocupaciones en el cáncer de mama: profesoras, trabajadoras textiles, operadoras de teléfono, fisioterapeutas, trabajadoras de imprenta y tejedoras.
Weiderpass 1999 Finlandia	Riesgo por nivel expos. a sustancias en la JEM	CHP con JEM	Población activa femenina en 1970	SIR y RR	Edad, período, SE, FR, anál. pre y postmenopausia	Premenop: Asoc. con exposic. a radiaciones ionizantes. Postmenop: Asoc. con exposic. a rad. ionizantes, asbestos y/o fibras vítreas, dosis-respuesta para solventes aromáticos.
Kiukiene 1999 Noruega	Exposición ocupac. a campos electromagnéticos	CHP con 2 JEM	Población activa	SIR y RR	Edad, período, FR, SE, anál. pre y postmenopausia	Dosis-respuesta y exceso de riesgo significativo en categorías de mayor exposición. El riesgo fue mayor en mujeres premenopáusicas.
Petralia 1999b EEUU	Exp. ocupac. a PAH y benzeno y cáncer de mama premenopáus.	CCP con JEM	Mujeres premenopáusicas, apareado por edad y distrito	OR	Edad, NE, FR, hist. familiar y personal, BMI	Asociación clara con dosis respuesta con exp. ocupacional al benzeno, sobre todo en tumores con receptores de estrógeno. Asociación no tan clara con exp. ocupacional a PAH.
Robinson 1999 EEUU	Ocupaciones con mayor crecimiento en mujeres y cáncer	DEF	Muertas con trabajo	PMR	Edad, raza	PCMR significativos sólo para profesoras y secretarías < 65 años

Tabla 1. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población femenina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Andersen 1999 Escandinavia	Ocupación y cáncer	CHP	Población general	SIR	Edad, período, análisis por sexos	Exceso en médicas, enfermeras y otros prof. sanitarios (no en auxiliares), trab. de laboratorio, trab. religioso, profesoras, directivas, artistas, periodistas y trab. administrativo.
Gustavsson 1999 Suecia	Técnicos de lab. en investigación médica y cáncer	CHS	Población general de Estocolmo	SIR	Edad, período, análisis por sexos	Exceso de cáncer de mama en laboratorios con alta exp. a sust. químicas y no en los de baja probabilidad. El riesgo fue mayor en expuestas más de 10 años.
Wennborg 1999 Suecia	Personal de laborat. y cáncer	CHP	Población general	SIR	Edad, período, análisis por sexos.	No hay exceso de cáncer de mama en el total de las expuestas. Exceso casi signif. en científicas que trabajan en laboratorio. Las científicas que no trabajan en laboratorio tienen menor incidencia que la población general.
Band 1999 Canadá	Ocupación, industria y cáncer de mama	CCP	Mujeres < 75 años. Apareado por edad	OR	Edad, FR, hist. familiar y personal, alcohol, tabaco y peso. Análisis por estatus menopáusico.	En premenop. alto riesgo en procesadoras de datos y operadoras de equipos electrónicos en oficinas, peluqueras, trabajo de ventas. En postmenop. alto riesgo en profesoras, médicas, enfermeras, bibliotecarias y archivistas, limpieza en seco, industria automóvil, industria aeroespacial y gasolineras.

Tabla 2. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población masculina

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Mabuchi 1985 EEUU	Fact. de riesgo del cáncer de mama masculino	CCH	Contr. apareados por edad, raza, estado civil 52 casos/52 controles	OR	Edad, raza, estado civil	Asociación con trabajo en altos hornos y acerías y trabajo militar.
Olsen 1987 Dinamarca	Cáncer por ocupación (activ. industrial)	REG	Otros pacientes con cáncer	PRRS	Edad y año, análisis por sexo	Exceso de incidencia signif. en pescadores, producción madera y producción de aparatos eléctricos, casi signif. en trabajo de imprenta. No se observaron casos en electricistas.
McLaughlin 1988 Suecia	Ocupación, industria y cáncer de mama	CHP	Población general	SIR	Edad y región	Exceso de incidencia en imprentas, fabricación de jabón, gobierno y administración y trabajo sanitario. Ocupaciones de cuidador en centro psiquiátrico, periodista y administrativo.
Lenfant-Pejovic 1990 Francia y Suiza	Fact. de riesgo del cáncer de mama masculino	CCH	Otros cánceres apareados por edad y año diagnóstico 91 casos/255 controles	OR	Edad, período	Asociación signif. con carniceros. Asociación NS con exposición a altas temperaturas.
Sankila 1990 Finlandia	Incidencia de cáncer en prof. sanitarias	CHP	Población activa	SIR	Edad, análisis por sexo	No se observó un exceso de exceso de cáncer de mama en el conjunto de varones trabajadores sanitarios.
Tynes 1990 y 1992 Noruega	Cáncer de mama y ocupaciones eléctricas.	CHP	Población general 12 casos/5,8 esperados	SIR	Edad, período	Asociación signif. con ocupaciones eléctricas debidas ppalmente a trab. de transporte eléctrico y electricistas.
Demers 1991 EEUU	Cáncer de mama y exp. a EMF	CCP	Contr. apareados por edad y condado 227 casos/300 controles	OR	Edad, radiación ionizante, BMI, traumatismo craneal	Asociación con exp. ocupacional a EMF, ppalmente electricistas reparadores de las líneas eléctrica y telefónica, trab. centrales eléctricas y trab. de radiocomunicación y control tráfico aéreo.

Tabla 2. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población masculina (continuación)

Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Matanoski 1991 EEUU	Trab. telefónico y cáncer de mama	CHS	Población general 2 casos/ 0,3 esperados	SIR	Edad	Asociación NS debida a 2 casos producidos entre los empalmadores de cable de la línea eléctrica.
Loomis 1992 EEUU	Cáncer de mama y ocupaciones eléctricas	CCD	Controles muertos apareados por edad 250 casos/ 2500 controles	OR	Edad	Asociación signif. con ocupaciones eléctricas (4 casos expuestos)
Hansen 1994(a) Dinamarca	Incidencia de cáncer en una planta farmacéutica	CHS	Población danesa 3 casos/ 0,4 esperados	SIR	Edad, período	Elevado riesgo de cáncer de mama en hombres y en mujeres.
Forastiere 1994 Roma (Italia)	Mortalidad en los policías urbanos	CHS	Población general	SMR	Edad, período	Exceso no significativo de mortalidad por cáncer de mama basado en 2 casos observados y 0,14 esperados.
Theriault 1994 Francia y Canadá	Trab. eléctrico y cáncer Uso de JEM (EMF)	CCA	Contr. de la cohorte apareados por edad y tiempo de seguim. 7 casos/8,5 esperados	OR SIR	Edad, período	No se observó un aumento de cáncer de mama en hombres respecto a lo esperado.
Rosenbaum 1994 EEUU	Cáncer de mama y ocupación, expos. a EMF y al calor	CCP	Contr. apareados por edad y raza 71 casos/256 controles	OR	Edad, con- dado	Asociación con exposición ocupacional a altas temperaturas. No relación con EMF. Ppales trabajos expuestos al calor fueron las acerías y bomberos. OR crudos y ajustados muy similares.
Floderus 1994 Suecia	Trab. del ferrocarril y cáncer	CHP	Población activa	SIR	Edad	Exceso signif. en los años 60 (basado en 4 casos) y no en los 70. El mayor exceso en conductores de locomotora.
Stenlund 1997 EEUU	Cáncer de mama y exposición ocup. a EMF. Uso de JEM	CCP	Contr. población apareados por edad 56 casos/1121 controles	OR	Edad, NE, uso solven- tes, CRQ, his- toria familiar	Ausencia de relación dosis-respuesta. Mayor riesgo en las categorías de baja y media exposición.



Tabla 2. Resumen de los artículos sobre cáncer de mama y ocupación en población masculina (continuación)

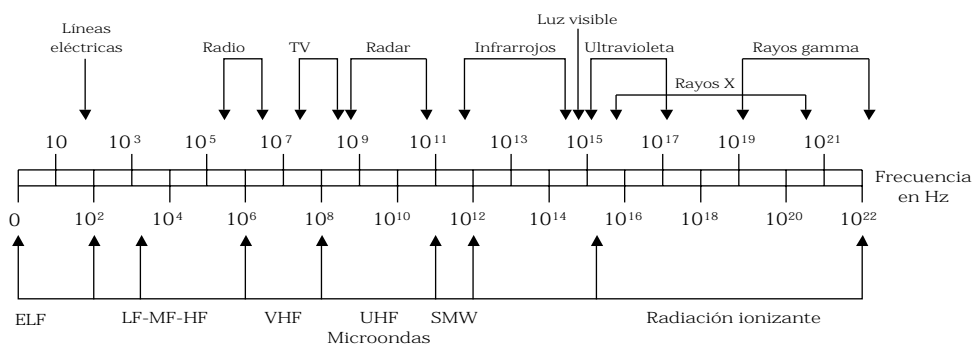
Referencia y localización	Objetivo	Tipo estudio	Población Referencia	Medida de riesgo	Variables de control	Principales resultados
Robinson 1997 EEUU	Mortalidad en la industria de la madera	CHP	Muertos americanos	PMR	Análisis por raza	Exceso de cáncer de mama en trabajadores blancos que manejan la maquinaria. Este fue un hallazgo inesperado en el estudio.
Cocco 1998 EEUU	Cáncer de mama y ocupación Uso de una JEM	CCD	Muertos por otras causas 178/141 controles	OR	Edad, estado civil, SE, BMI	Exceso signif. en la industria del acero y altos hornos y en equipamiento vehículos de motor. Riesgos altos NS en trabajadores eléctricos, directivos, trabajadores sociales y taxistas.
Andersen 1999 Escandinavia	Ocupación y cáncer	CHP	Población general	SIR	Edad, período, análisis por sexos	Exceso signif. en cocineros y trab. mantenimiento de edificios y casi signif. en fabricantes y reparadores de maquinaria y trab. de imprenta. Riesgo alto NS en trab. artístico, trab. protección civil (incluye policías y bomberos) y militares.
Hansen 2000 Dinamarca	Cáncer de mama y exp. ocupacional a gasolina y pductos de combustión.	CCP	Población general 230 casos/12880 controles	OR	Edad, SE	Exceso signif. en los expuestos (trabajadores expuestos de estaciones de servicio, mantenimiento y reparación vehículos, venta gasolina), mayor al considerar un periodo de inducción de 10 a.

2.4. Campos electromagnéticos y sus posibles efectos biológicos

En la literatura médica en general se suele referir a todo el tema de interacción de campos electromagnéticos con la materia orgánica como efectos de la radiación no-ionizante, a pesar de que los campos que no varían o varían poco en el tiempo no suponen ninguna radiación. La terminología tiene su origen en un esfuerzo por diferenciar las radiaciones de baja energía (aquellas con longitud de onda superior a 200 nanómetros) de las radiaciones de alta energía (con longitudes de onda inferiores a los 200 nanómetros).

El espectro de frecuencias de los campos electromagnéticos es muy amplio. Los tipos de radiación vienen definidos por la longitud de onda y la frecuencia, dos cantidades inversamente relacionadas. En la figura 2 se presenta el espectro de las ondas electromagnéticas.

Figura 2. Espectro de las radiaciones electromagnéticas⁴



ELF: muy baja frecuencia; LF: baja frecuencia; MF: frecuencia media; HF: alta frecuencia; VHF: muy alta frecuencia; UHF: ultra-alta frecuencia; SMW: ondas sub-milimétricas.

Los campos electromagnéticos de alta frecuencia tienen un potencial de energía alto por lo que son capaces de romper los enlaces químicos, ionizando los compuestos químicos, de ahí su nombre de radiaciones ionizantes. Por el contrario, los tipos de campos electromagnéticos a los que haremos referencia se sitúan al otro extremo del espectro, en la zona de "muy baja frecuencia" (ELF), y son los campos asociados a los circuitos estándar de la corriente eléctrica utilizada en todo el mundo: 50 Hz en Europa y Nueva Zelanda y 60 Hz en Norteamérica [Savitz, 1989].

En cuanto a la medición de los campos electromagnéticos y sus efectos es importante también tener en cuenta las diferencias entre campos eléctricos

⁴ Figura tomada de Savitz, 1989.

cos y magnéticos. Los campos eléctricos son producidos por la carga eléctrica contenida en la superficie de un conductor. Los campos magnéticos sólo se generan cuando la corriente eléctrica fluye.

Los campos eléctricos se miden en voltios ó kilovoltios por metro (V/m ó kV/m). Los campos magnéticos en el aire y en material biológico pueden ser medidos utilizando la intensidad del campo magnético (medida en Amperios por metro —A/m—), o más frecuentemente en unidades de densidad de flujo (mili-gauss —mG— ó micro-teslas — μ T—). Las equivalencias entre estas unidades son las siguientes:

$$\begin{aligned} 1\text{mG} &= 0,1\ \mu\text{T} \\ 1\text{ A/m} &= 12\text{ mG} = 1,2\ \mu\text{T} \end{aligned}$$

Como ejemplo de la diferencia de exposición a campos eléctricos y magnéticos, un aparato eléctrico genera un campo eléctrico incluso cuando no está en funcionamiento, siempre que esté conectado a la red. En cambio el campo magnético sólo se genera cuando está circulando la corriente eléctrica, es decir, cuando está en funcionamiento.

Aunque ambos tipos de campos comparten la propiedad de inducir corrientes eléctricas en el tejido biológico, pueden tener efectos diversos. Desde el punto de vista epidemiológico es importante destacar las diferencias de penetración de ambos tipos de campos. De forma general cualquier clase de objeto mínimamente conductor de la corriente (incluyendo edificios, árboles y personas) distorsiona y crea una barrera de protección frente a los campos eléctricos, mientras que tal barrera no existe para los campos magnéticos. Es decir, los campos magnéticos inducidos por la corriente alterna penetran los edificios y el cuerpo humano sin dificultad y pueden inducir corrientes en los tejidos, mientras que el campo eléctrico no tiene esta capacidad de penetración. Por esta razón, la exposición residencial a los campos eléctricos no puede ser predicha por la configuración de las líneas eléctricas vecinas y los estudios que se basan en este tipo de medidas reflejan principalmente efectos magnéticos y no eléctricos [Wertheimer, 1982].

La fuente de exposición más común es la corriente eléctrica alterna. Si la corriente fluye a lo largo de un conductor y vuelve por otro conductor situado junto a él, el efecto magnético es insignificante ya que campos de sentido opuesto se contrarrestan. Sin embargo, si los conductores de ida y vuelta están separados entre sí la cancelación no es perfecta, por lo que existiría un campo magnético residual. Esta es de hecho la situación más frecuente, ya que los conductores suelen separarse mediante material aislante.

2.4.1. Exposición de los seres humanos a los campos electromagnéticos

En la atmósfera se producen campos magnéticos variables e intermitentes que son el resultado de la radiación solar y de los truenos. Durante el día existen campos de unas 30 nanoTeslas como resultado de la influencia del sol y la luna en las corrientes iónicas en la parte alta de la atmósfera.

La exposición a los campos eléctricos y magnéticos se produce en los países desarrollados prácticamente en todos los ambientes: en el hogar, el trabajo, las escuelas, en aquellos medios de transporte que funcionan gracias a la corriente eléctrica, etc. Allá donde hay cables eléctricos, motores eléctricos, equipos electrónicos se producen campos eléctricos y magnéticos. Las fuentes de exposición potencial en los humanos son por lo tanto muy variadas.

En el hogar, los campos son generados por multitud de aparatos eléctricos. Algunos son capaces de producir campos magnéticos que exceden 1mT a una distancia de 30 centímetros de su superficie. La exposición a estos campos locales sin embargo suelen ser de corta duración (minutos por día) y la intensidad que llega al cuerpo humano es apreciable sólo en las regiones del cuerpo más cercanas al aparato. Un ejemplo de una exposición doméstica prolongada lo constituyen las mantas eléctricas.

En una oficina, los niveles normales de campos magnéticos exceden los encontrados normalmente en el hogar, debido a aparatos como las pantallas de ordenadores, las fotocopiadoras, etc. Generalmente la exposición de una persona sentada delante de un ordenador está en torno a 1 μ T.

Las ocupaciones en el sector eléctrico suelen conllevar exposiciones mucho mayores, por ejemplo los empleados en centrales eléctricas, los trabajadores de la línea eléctrica, los soldadores, etc. Existen otros procesos industriales que también generan campos magnéticos de alta intensidad, como los desmagnetizadores.

Finalmente, otras fuente de exposición común a trabajadores y al público en general son los sistemas de transporte urbano electrificados, y la exposición médica a resonancia magnética o a sistemas de estimulación de síntesis ósea tras una fractura.

Aunque no existe un grupo “no expuesto” en términos absolutos, si se aprecian gradientes en el grado de exposición. Por ello es deseable que los estudios se lleven a cabo en poblaciones o grupos con mayor exposición. [Savitz, 1989]. En este sentido se sitúan los estudios sobre exposición ocupacional, ya que el medio laboral supone en muchos casos una oportunidad de exposición considerablemente mayor [Knave, 1994; Tenforde, 1996].

En 1979 Wertheimer y Leeper iniciaron la investigación epidemiológica sobre la relación entre los campos electromagnéticos y el cáncer con un es-

tudio caso-control que utilizaba la configuración eléctrica, mostrando un exceso de tumores infantiles [Wertheimer, 1979]. Desde entonces se han sucedido los estudios epidemiológicos en esta área. Entre los resultados más consistentemente encontrados se encuentra una asociación positiva con las leucemias infantiles, la leucemia linfática crónica, las leucemias agudas mielocíticas y linfocíticas, los tumores de encéfalo, los linfomas no Hodgkin, el melanoma maligno y el cáncer de mama [Hardell, 1995].

2.4.2. Mecanismo biológico implicado en la relación entre campos electromagnéticos y el cáncer de mama

Los campos electromagnéticos no tienen la suficiente energía para romper los enlaces covalentes ni para alterar la estructura secundaria y terciaria de las macromoléculas biológicas. En distintas series de experimentos no se han evidenciado efectos de los campos electromagnéticos sobre la reparación del DNA dañado por las radiaciones ionizantes. Por todo ello, los estudios sobre daño cromosómico, mutaciones genéticas y transformación celular han sido negativos [Tenforde, 1996].

En 1978, Cohen et al. sugirieron que una disminución en la producción de melatonina aumentaría los niveles circulantes de estrógenos, estimulando la proliferación del tejido mamario y aumentando así el riesgo de desarrollar cáncer de mama [Cohen, 1978]. Estos autores formularon la hipótesis de que la luz ambiental podría ser el factor que inhibiera la producción de melatonina.

En 1987 Stevens, basándose en los resultados de estudios experimentales anteriores, propuso el mecanismo biológico por el que los campos electromagnéticos y la luz nocturna podrían contribuir en la carcinogénesis mamaria [Stevens, 1987]. La melatonina juega un papel importante en la inhibición de la secreción de los estrógenos. En condiciones normales, la secreción de la hormona melatonina por parte de la glándula pineal tiene un ritmo circadiano, caracterizado por bajos niveles durante el día y un pico de secreción durante la noche. Tanto los campos electromagnéticos como la luz eléctrica inhibirían la secreción de ésta hormona en la glándula pineal.

Los estudios de laboratorio muestran una supresión de la secreción de melatonina tras la exposición a campos electromagnéticos [Tenforde, 1996]. Ratas expuestas a campos electromagnéticos variables mostraron una reducción del contenido de melatonina de la glándula pineal y de la actividad serotonin-N-acetil-transferasa, un encima implicado en la síntesis de melatonina. Posteriormente se confirmó una depresión en la biosíntesis de melatonina en la glándula pineal, efecto que depende de las corrientes inducidas tras cambios rápidos del campo magnético. El ritmo circadiano de producción de melatonina en ratas expuestas de forma crónica a campos eléctricos

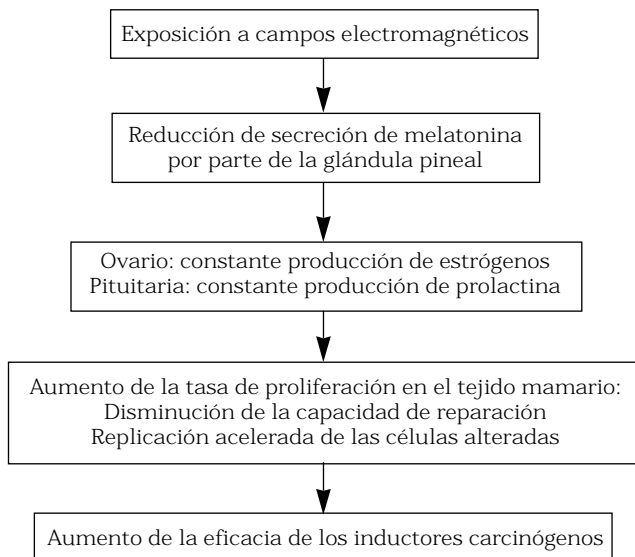
de 60 Hz está alterado, con una disminución y un retraso en el pico máximo de secreción.

En humanos, la exposición nocturna a campos magnéticos de 60 Hz producidos por mantas eléctricas produjo una disminución de la secreción urinaria de sulfato de 6-hydroxymelatonina, un metabolito de la melatonina [Tenforde, 1996]. Los principales cambios en la secreción de este metabolito ocurrieron inmediatamente tras el comienzo o el cese de la exposición. Este efecto también ha sido demostrado en trabajadores expuestos en la industria eléctrica, con una relación dosis-respuesta [Burch, 2000].

Los efectos derivados de la alteración en la secreción de melatonina estarían relacionados con las funciones reguladoras de esta hormona y se presentan sumarizados en la figura 3. Sus funciones incluyen la regulación de múltiples variables fisiológicas, regulación de funciones neuroendocrinas, regulación de la producción de hormonas gonadales, regulación del sistema inmunitario y además un efecto directo sobre la proliferación celular de las células mamarias [Tynes, 1993]. La disminución de melatonina secretada supone un aumento de la concentración de estrógenos circulantes, lo cual a su vez implica un incremento en la tasa de proliferación del tejido mamario [Stevens, 1987]. Los campos electromagnéticos además inhibirían el efecto oncostático directo ejercido por la melatonina sobre el tejido mamario [Hill, 1988; Lyburdy, 1993].

En resumen, los campos electromagnéticos de baja frecuencia no actuarían como inductores del cáncer de mama, dada su imposibilidad de alterar la estructura genética celular, sino como agentes promotores de dichos tumores, mediante un mecanismo de acción derivado de su capacidad de inhibir la secreción de melatonina. Esta forma de actuación implica la necesidad de contar con factores inductores que pongan en marcha el proceso de carcinogénesis y sin los cuales los campos electromagnéticos de baja frecuencia no podrían desencadenar el complejo mecanismo necesario para la transformación neoplásica. Una vez puesto en marcha el proceso de transformación celular, la exposición a campos electromagnéticos, al aumentar la concentración de estrógenos circulantes y con ello la tasa de proliferación celular, estimularía la replicación de las células cancerígenas y acortaría a la vez el tiempo disponible para la actuación de los mecanismos celulares de reparación del ADN.

Figura 3. Diagrama del posible mecanismo de acción de los campos electromagnéticos de baja frecuencia como agentes promotores del cáncer de mama⁵



2.4.3. Estudios epidemiológicos sobre la relación entre campos electromagnéticos y cáncer de mama

Existen dos tipos de estudios: aquellos basados en la exposición residencial (en el hogar) y aquellos que se centran en la exposición en el lugar de trabajo (ocupacional). Citaremos los más importantes en cada caso.

2.4.3.1. Estudios sobre el lugar de residencia

Están basados en la configuración de la red eléctrica de los hogares de casos y controles y/o en la proximidad a las líneas de alta tensión.

1. Wertheimer y Leeper [1982; 1987] llevaron a cabo un estudio caso-control sobre tumores en adultos (mortalidad) en el área de Denver. Los distintos lugares de residencia de casos y controles fueron rastreados en los padrones y directorios telefónicos. Crearon cuatro niveles de exposición según la configuración de la red eléctrica. Encontraron una clara dosis-respuesta para el conjunto de tumores. El efecto fue principalmente debido a un exceso

⁵ Figura tomada, con modificaciones, del artículo de Stevens, 1987.

de cáncer en adultos menores de 55 años, y fue evidente en ambos sexos. El efecto fue mayor en residentes en área no urbana, los cuales estarían menos expuestos a contaminantes y carcinógenos industriales. El riesgo ligado a la exposición también fue mayor en la clase socio-económica más alta. El riesgo para cáncer de mama fue estadísticamente significativo en mujeres, y más pronunciado en mujeres premenopáusicas que en las postmenopáusicas.

2. McDowall y colaboradores [1986] identificaron en Inglaterra a cerca de 8.000 personas que vivían en un radio de 50 metros alrededor de subestaciones de transmisión eléctrica o a menos de 30 metros de líneas de alta tensión en 1971 y las siguieron 13 años. La cohorte presentó una mortalidad por todas las causas menor de la esperada, pero se detectó una sobremortalidad por leucemias, otros tumores linfáticos y cáncer de pulmón en mujeres. El SMR para cáncer de mama fue de 106.

3. Schreiber [1993] en Holanda investigó la mortalidad por cáncer (1981-1987) en una cohorte histórica de 3549 personas que, entre los años 1956 y 1981, vivieron al menos 5 años en una zona cercana a Maastricht cruzada por varias líneas de alta tensión de 150 kV. Como referencia se utilizaron las tasas nacionales de mortalidad por cáncer. La cohorte se dividió en dos grupos de exposición según la residencia estuviese situada a una distancia de 100 metros de las líneas de alta tensión o más allá. Los resultados fueron negativos para todos los tumores (SMR bajos y no significativos), pero estaban basados en un número muy reducido de casos (69 casos de cáncer en hombres y 42 en mujeres, 0 casos de cáncer de mama masculino y 14 femenino). Además, la utilización de toda la población como referencia ha podido introducir un posible sesgo debido al "efecto del trabajador sano", que disminuiría el riesgo observado en esta cohorte. No se consideraron factores de confusión.

4. Verkassalo [1996] realizó un estudio de incidencia en el conjunto de la población finlandesa. Calculó la exposición anual a campos electromagnéticos en los residentes a menos de 500 metros de líneas de alta tensión. El SIR global fue cercano a 100. Respecto a las dosis calculadas no se observó una relación dosis-respuesta. Este estudio incluyó como factores de confusión la edad, el periodo diagnóstico y la clase social.

5. En Taiwán, un estudio caso-control con controles seleccionados entre pacientes con otros tipos de cáncer [Li, 1997] definió la exposición como la distancia a la línea de transmisión eléctrica más cercana, estimando los campos electromagnéticos medios y máximos a partir de la configuración eléctrica. Esta medida se validó en una muestra de hogares. No se observó un aumento del riesgo de cáncer de mama en mujeres en relación a la distancia o a otros índices de exposición utilizados. El estudio ajustó por edad, año de diagnóstico, y urbanización, pero no tuvo en cuenta los factores de riesgo hormonales y reproductivos.

6. Dolk et al. [1997] llevaron a cabo un estudio de áreas pequeñas para investigar un posible cluster de tumores hematológicos en un radio de 10 km

alrededor de la estación de televisión de Sutton Coldfield en Inglaterra, que también es centro transmisor de radiofrecuencia. Incluyeron otros tumores además de los hematológicos. Calcularon SIRs ajustados por nivel socioeconómico en círculos concéntricos en torno a estos transmisores. Los resultados para el cáncer de mama fueron negativos en hombres (15 casos observados versus 15 esperados). En mujeres se observó un ligerísimo aumento de riesgo ($SIR=105$) estadísticamente significativo, pero sin patrón radial, es decir, el riesgo no aumentó al disminuir la distancia al transmisor.

7. Feychting y colaboradores [1998] en Suecia realizaron un estudio de casos y controles anidado a la cohorte de personas que habían vivido a menos de 300 metros de las líneas de alta tensión de 220 o de 400 voltios. Los controles se seleccionaron de la población apareando por edad y parroquia de residencia. Se estimó la exposición a campos magnéticos mediante cálculos teniendo en cuenta la potencia de la línea de alta tensión y la distancia. No se encontró un riesgo aumentado para campos de $0,2 \mu T$ o mayores. Sin embargo, para las mujeres menores de 50 años el riesgo relativo fue de 1,8 (no significativo). Al estratificar por la existencia o no de receptores estrogénicos en los tumores de los casos se encontró una asociación con los tumores con receptores y no con aquellos que no los tenían. Combinando ambas variables el estudio muestra un RR de 7,4 en mujeres con tumores con receptores estrogénicos y edad menor de 50 años, basado en 6 casos.

8. En Estados Unidos Coogan y colaboradores [1998] lideraron otro estudio de casos y controles. Los controles fueron seleccionados mediante muestreo aleatorio por código telefónico. Se definió la exposición de dos maneras: 1) vivir en un hogar con calefacción eléctrica, y 2) haber residido a menos de 152 metros de una línea de alta tensión o de una subestación eléctrica. Respecto a la primera definición de exposición los resultados fueron negativos. El estudio encontró un RR de 1,5, no estadísticamente significativo, en mujeres que habían vivido cerca de las líneas de alta tensión o de las estaciones eléctricas en comparación con mujeres no expuestas (excluyeron a las expuestas en el medio laboral).

Se han publicado además varios estudios sobre el uso de mantas eléctricas y su relación con el cáncer de mama [Vena, 1991; Vena, 1994; Gammon, 1998]. Ninguno de ellos arroja resultados claramente positivos.

2.4.3.2. Estudios ocupacionales

Los estudios sobre cáncer y exposición a campos magnéticos pueden dividirse en estudios sobre bases de datos ya existentes, estudios de caso-control y estudios en poblaciones industriales potencialmente expuestas a campos magnéticos. El número de estudios es muy abundante y a menudo los resultados son difíciles de interpretar. La mayoría de los estudios han mostrado

un riesgo elevado de varios tipos de cáncer, especialmente leucemias, tumores de sistema nervioso y cáncer de mama, pero la falta de uniformidad en los resultados obtenidos es a veces desconcertante.

1. Matanoski [1991] estudió la incidencia de cáncer de mama en hombres antes de la jubilación (menores de 65 años) en la cohorte de trabajadores de teléfonos en una compañía americana durante los años 1976 a 1980. Los casos fueron detectados a partir del registro de cáncer. Se consideró la exposición a partir de mediciones obtenidas con dosímetros personales. Los únicos 2 casos diagnosticados en esta cohorte ocurrieron en la categoría de mayor exposición a campos electromagnéticos, obteniendo un SIR de 650, aunque no significativo. Los autores afirmaron que su estudio podría sufrir de infradiagnóstico por lo que el referido SIR supondría una infraestimación del riesgo. Los casos trabajaban en la central de telefonía, donde el proceso de conexión-desconexión produce un campo electromagnético intermitente distinto a la exposición ocurrida por ejemplo en reparadores de la línea.

2. Tynes [1990; 1992] analizó la incidencia de cáncer en ocupaciones relacionadas con la exposición a campos electromagnéticos: a) de radiofrecuencia (reparadores de radio y televisión), b) débilmente magnéticos (electricistas instaladores, operarios de las centrales eléctricas), c) débilmente magnéticos y eléctricos (trabajadores de las vías ferroviarias), d) campos magnéticos de intensidad media (conductores de trenes eléctricos, electricistas), y e) campos magnéticos y eléctricos de alta intensidad (electricistas de centrales eléctricas, reparadores de la línea eléctrica), en la población activa masculina de Noruega, seguida a través del registro noruego de cáncer entre 1961 y 1985. Se observó un exceso significativo de cáncer de mama basado en 12 casos en comparación con el conjunto de la población activa (SIR=207). El grupo con mayor exceso fueron los trabajadores del transporte eléctrico (4 casos, SIR=396 no significativo). Las razones estandarizadas de incidencia fueron superiores a 120 en todos los grupos excepto en los radio-telegrafistas para los que no se observó ningún caso. El único factor de confusión controlado fue la edad.

3. Demers et al. [1991] publicaron un estudio de casos (227 casos incidentes de distintos lugares de Estados Unidos) y controles (300 controles sanos) elegidos por selección aleatoria del listado telefónico. Se consideraron cuatro grupos de exposición a campos magnéticos basados en el juicio de expertos: I) probablemente expuestos, II) posiblemente expuestos, III) radio y comunicación, ocupaciones con exposición menos consistente, IV) poco expuestos y V) expuestos a altas dosis de forma esporádica. Los factores de confusión considerados fueron la religión, educación, historia de traumatismo craneal, historia de exposición a rayos X e índice de masa corporal. El riesgo conjunto de todas estas categorías fue significativo (1,8), debido fundamentalmente a los grupos I (OR=6,0; IC 95%=1,7-2,1) y III (OR=2,9; IC 95%=0,8-10,0). El exceso de riesgo sólo apareció en trabajadores cuya primera

exposición fue a una edad inferior a los 30 años y que habían permanecido expuestos durante 30 o más años. Ambas variables no obstante están interrelacionadas.

4. Loomis [1992] llevó a cabo un estudio de casos (250 casos) y controles (10 por caso) con certificados de defunción de 1985 a 1988 en 24 estados americanos sobre cáncer de mama masculino. Sólo cuatro casos tuvieron una ocupación “eléctrica” ($OR=0,9$). Sin embargo 3 de ellos ocurrieron en hombres menores de 65 años ($OR=2,2$; $IC\ 95\%=0,6-7,8$). Las ocupaciones de estos casos fueron: trabajador de central eléctrica, ingeniero eléctrico y electrónico y trabajador de teléfonos respectivamente. Este último caso implicó un riesgo 9 veces mayor que lo esperado en esa profesión. Los autores concluyen diciendo que sus datos no apoyan la existencia de un exceso de riesgo en trabajadores de la electricidad, pero sí en determinadas ocupaciones y coinciden con Matanoski (1991) en señalar que tal vez los campos generados en la industria de la telefonía son diferentes.

5. Guénel et al. [1993] en Dinamarca estudiaron la incidencia de cáncer en la población activa (hombres y mujeres) de 1970 durante un periodo de seguimiento de 17 años. La ocupación referida en 1970 fue clasificada según su potencial exposición a campos magnéticos por encima de 0,3 mT, clasificando dicha exposición como: grupo 1: exposición intermitente (12% de los trabajadores y 11% de las trabajadoras), grupo 2: exposición más continuada (1% de la población activa en ambos sexos), y grupo 6: otros tipos (exposición a campos estáticos, o a microondas, por ejemplo). La asignación de categoría de exposición se basó en la literatura y en algunas mediciones en lugares de trabajo. El riesgo se obtuvo comparando la incidencia en dichas categorías con las tasas encontradas en el conjunto de la población activa para cada sexo. Los resultados sugieren un exceso de riesgo de cáncer de mama en hombres ($SIR\ grupo\ 1 = 122$; $IC\ 95\%=77-183$; $SIR\ grupo\ 2 = 136$; $IC\ 95\%=16-491$), pero no en mujeres ($SIR\ grupo\ 1 = 96$; $IC\ 95\%=91-101$; $SIR\ grupo\ 2 = 88$; $IC\ 95\%=68-115$). Hay que tener en cuenta que los resultados no están ajustados por clase social.

6. Rosenbaum et al. [1994] llevaron a cabo un estudio caso-control de cáncer de mama en hombres (71 casos procedentes del registro de tumores de Nueva York y 256 controles sanos). La clasificación de las ocupaciones en función de la exposición a campos electromagnéticos se basó en la opinión de expertos. Los casos y controles se consideraron expuestos si habían trabajado en alguna ocupación considerada como tal. Como factores de confusión sólo se tuvieron en cuenta la edad y la zona geográfica de residencia (county). No se encontró ninguna asociación ($OR=0,7$; $IC\ 95\%\ 0,3-1,9$).

7. Theriault et al. [1994] realizaron un estudio caso-control anidado en tres cohortes masculinas de trabajadores de compañías eléctricas en Francia y en Canadá con casos incidentes durante el periodo 1970-1989 (4151 casos de cáncer). Se realizó una medición del campo mediante dosímetros personales en una muestra de trabajadores, se desarrolló para cada instalación

una matriz de ocupación-exposición y se calculó la dosis acumulada de cada participante. Como posibles confusores estimaron también la exposición a todas las sustancias consideradas como carcinógenos o posibles carcinógenos por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (categorías 1, 2.A y 2.B). Los resultados respecto al cáncer de mama fueron negativos, aunque basados únicamente en 7 casos. Una posible limitación de este estudio es la realización de comparaciones únicamente dentro de la industria eléctrica, lo cual disminuye el rango de variabilidad en la exposición.

8. Floderus et al. [1994] estudiaron la incidencia de cáncer en la cohorte de trabajadores de las líneas ferroviarias (conductores de trenes, controladores de tráfico ferroviario, jefes de estación, trabajadores de la línea férrea) en Suecia durante los años 1960-1979. Estos trabajadores están expuestos a campos magnéticos de alta intensidad de forma más o menos estable. Las condiciones de trabajo han cambiado en el tiempo y también ha disminuido el número de trabajadores debido a la automatización, por lo que los autores analizan por separado la incidencia en la primera y en la segunda décadas del estudio. La dosis de exposición se midió en una muestra mediante dosimetría. La incidencia en esta cohorte masculina fue comparada con la incidencia en el resto de población activa. Durante la primera década se produjeron cuatro casos de cáncer de mama ($RR=4,3$, IC 95%=1,6-11,8). Durante el segundo periodo sin embargo no se detectó ningún caso en estos trabajadores. Además, se diagnosticaron 19 tumores de la glándula pituitaria en estos trabajadores ($RR=2,9$; IC 95% 1,6-5,3), un exceso de incidencia que los autores consideran ligado a la posible vía de acción de los campos electromagnéticos.

9. Loomis et al. [1994] desarrollaron un segundo estudio de casos (27882 casos) y controles (110949) con certificados de defunción, sobre cáncer de mama en mujeres y exposición a campos electromagnéticos, en mujeres norteamericanas fallecidas mayores de 20 años entre los años 1985 y 1989. Los OR presentados están ajustados por edad, raza y estatus socioeconómico. Los autores encontraron un exceso significativo de muertes por esta causa en mujeres que trabajaban en el sector eléctrico ($OR=1,38$; IC 95%=1,04-1,82), específicamente en reparadoras de aparatos eléctricos y electrónicos ($OR=2,17$; IC 95%= 1,17-4,02), ingenieras ($OR=1,75$; IC 95%=0,92-3,25) y técnicas de la industria eléctrica y electrónica ($OR=1,28$; IC 95%=0,79-2,07). No obstante, los autores señalan que algunas de las ocupaciones consideradas de gran exposición para las cuales existía un número importante de mujeres expuestas (operadoras de teléfonos, operadoras de ordenador y programadoras) mostraron OR cercanos a la unidad.

10. Cantor [1995] y colaboradores reanalizaron la misma base de datos del estudio anterior, ampliando el periodo de seguimiento en un año. Un experto clasificó las ocupaciones según la intensidad y la probabilidad de exposición a los campos electromagnéticos. Los OR en ambos casos fueron mayores en el caso de la categoría de exposición intermedia, mientras que dismi-

nuían para el grupo de mayor exposición. El efecto fue mayor en mujeres negras que en mujeres blancas. Los autores concluyen considerando sus resultados como negativos, pero advierten que dichos resultados no excluyen la posibilidad de que tal asociación exista. En ninguno de estos estudios fue posible ajustar por factores hormonales. Además, ambos podrían estar afectados por un sesgo de supervivencia si el diagnóstico del cáncer de mama se hace antes y se trata mejor en determinadas categorías profesionales.

11. En un artículo de revisión sobre el papel de la exposición a campos electromagnéticos y el desarrollo de distintos tipos de cáncer, Hardell et al. [1995] en relación al cáncer de mama concluyen que los trabajos publicados hasta ese momento no muestran un patrón claro de asociación entre la exposición a campos electromagnéticos y el cáncer de mama, pero advierten que tampoco permiten descartar la existencia de un posible efecto.

12. Coogan et al. [1996b] utilizaron un gran estudio caso-control de base poblacional de cáncer de mama en mujeres americanas diagnosticadas entre 1988 a 1991. Para cada mujer, la principal ocupación desempeñada se clasifica como “poco expuesta” (médicos, farmacéuticos, bibliotecarios, personal que introduce datos en el ordenador, escritores, sastres, reparadores de calzado, operarios de maquinaria metálica, operarios de imprenta, etc), “moderadamente expuesta” (estadísticos, técnicos de ingeniería, programadores, operadores de equipos de comunicación, reparadores de equipos eléctricos, maquinistas, trabajadores con aparatos de precisión, soldadores) o “muy expuesta” (ingenieros eléctricos, analistas de sistemas, operadores de ordenador, reparadores de equipos electrónicos, montadores de equipos eléctricos o electrónicos), basándose en el juicio de expertos y en la clasificación utilizada en otros estudios. Los ORs estaban ajustados por edad y por estado en el análisis no ajustado y además por índice de masa corporal, historia de mastopatía benigna, historia de cáncer de mama familiar, edad a la menarquia, paridad, edad al primer embarazo, educación y consumo de alcohol en el análisis ajustado. Encontraron un riesgo relativo casi significativo para la categoría de mayor exposición ($OR=1,43$; $IC\ 95\%=0,99-2,09$) y la dosis respuesta fue significativa. El riesgo era mayor en mujeres premenopáusicas ($OR=1,98$, $IC\ 95\%=1,04-3,78$). Además, los autores calcularon el riesgo para ocupaciones específicas con suficientes casos. El OR fue significativo en los operadores de ordenador ($OR=1,79$) y en los trabajadores de aparatos de precisión (7,99). Los autores señalan que la gran similitud entre los estimadores del riesgo no ajustados y ajustados por los factores de confusión anteriormente mencionados muestra la escasa importancia de estas variables como posibles confusores de la exposición a radiación electromagnética.

13. Tynes et al. [1996] investigaron la incidencia de cáncer de mama en las mujeres operadoras de radio y telégrafo en barcos noruegos. El diseño del estudio es complicado, porque utilizaron además una subcohorte de la población para la que tenían información de datos de fertilidad y dentro de la población expuesta llevaron a cabo un estudio de casos y controles anidado

dentro de la cohorte de trabajadoras de esta ocupación, apareando a cada caso entre 4 a 7 controles por año de nacimiento. La cohorte de operadoras de radio y telégrafo mostró un exceso de incidencia de cáncer de mama que se concentró en las mujeres de 45-54 años. En el caso-control anidado no se encontraron asociaciones significativas en menores de 50 años. En las mayores de 50 años se identificó una relación dosis-respuesta en relación con la duración del empleo y los cambios de turno, lo que implica exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia, campos electromagnéticos de baja frecuencia y exposición a la luz durante la noche. El reanálisis en la sub-cohorte con información sobre factores de riesgo sigue mostrando un exceso de incidencia en las mujeres mayores de 50 años de esta cohorte.

14. El estudio de la asociación entre cáncer y ocupación en la industria eléctrica y electrónica entre los casos de cáncer registrados en Inglaterra entre 1981 y 1987 [Fear, 1996], utilizando razones de registro proporcionales ajustadas por edad y clase social, no mostró un exceso de cáncer de mama en hombres (14 casos observados versus 11 esperados) ni en mujeres (PRR=89). Hay que tener en cuenta que en este estudio el grupo de comparación estuvo constituido por la distribución de ocupaciones en el conjunto de pacientes con cáncer.

15. Stenlund y Floderus [1997] en Suecia diseñaron un estudio caso-control de cáncer de mama masculino (56 casos) y de cáncer testicular (144 casos) utilizando 1121 controles. La exposición se basó en la dosis media de exposición diaria de la ocupación principalmente desempeñada por cada persona en el estudio. Utilizaron una matriz de ocupación-exposición obtenida mediante medición dosimétrica en una muestra de individuos de las 100 ocupaciones más frecuentes [Floderus, 1996]. Los OR proporcionados por cuartiles de exposición están ajustados por edad, nivel de estudios y exposición a solventes (variable dicotómica). Para el cáncer de mama, la relación dosis-respuesta fue ascendente-descendente, con un mayor riesgo en el segundo (OR=2,9; IC 95%=0,7-11,1) y tercer (OR=2,5; IC 95% 0,6-9,5) cuartiles. El escaso número de casos incluido se tradujo en amplísimos intervalos de confianza. Los autores interpretaron estos resultados como negativos. Por el contrario, para el cáncer de testículo la relación dosis-respuesta fue claramente creciente.

16. Johansen y Olsen en Dinamarca [1998] investigaron una amplia cohorte de trabajadores en las 99 industrias que suministran la electricidad en el país, seguidos entre 1968 y 1993, para comparar la incidencia de distintos tipos de cáncer con la de la población general. La exposición se midió mediante una matriz de ocupación exposición diseñada para cubrir todas las ocupaciones y áreas de trabajo en estas industrias y las agruparon en 5 categorías, según la posible exposición media. En esta cohorte no se encontró un exceso de incidencia de cáncer de mama en ninguno de los dos sexos. En los hombres, sólo se observaron 2 casos de cáncer de mama en el conjunto de la cohorte, habiendo estimado los autores que el estudio carecía de potencia

para identificar un exceso de riesgo inferior a 1,8. En relación a la exposición a campos electromagnéticos hay que destacar la casi total ausencia de mujeres con exposición media o elevada.

17. Petralia et al. [1998a] realizó un estudio poblacional a través del registro de cáncer de Shangai y aplicó una matriz de ocupación-exposición elaborada por expertos, definiendo la exposición de forma cualitativa en términos de “probabilidad” de exposición y “nivel” de la misma. Ambos análisis fueron negativos con riesgos en torno a la unidad en todas las categorías.

18. Floderus et al. [1999] en Suecia utilizan una cohorte de 1,6 millones de hombres y 0,8 de mujeres seguidos durante 14 años. La información de la ocupación fue extraída del censo de 1970 y traducida a nivel de exposición a campos electromagnéticos utilizando la matriz de ocupación exposición elaborada por la primera autora, que es la misma que se utiliza en la presente tesis. Se analizó la relación entre exposición a campos electromagnéticos, utilizando terciles de la media geométrica de exposición, y la incidencia de una larga lista de tipos de cáncer, incluyendo solamente la edad como factor de confusión. Respecto al cáncer de mama, en trabajadores varones se encontraron RR por encima de 1,2 en el segundo y tercer terciles, aunque ninguno de ellos fue significativo y el máximo riesgo apareció en el grupo intermedio. En mujeres el mayor riesgo correspondió de nuevo al segundo tercil, con un RR de 1,2 estadísticamente significativo, mientras que el grupo de mayor exposición mostró un RR de 1,1.

19. Kliukiene et al. [1999] analizaron en Noruega los resultados de una cohorte de más de un millón de mujeres trabajadoras con posible exposición a campos electromagnéticos, construida mediante enlace de registros y seguida de 1961 a 1992. La exposición fue medida mediante dos indicadores: 1) horas de exposición acumuladas a partir de una estimación de las horas/semana de exposición según el juicio de expertos, y 2) dosis acumuladas basadas en una matriz de ocupación exposición construida a partir de dosimetrías realizadas en una muestra masculina previa de trabajadores. Ajustando por edad, periodo de diagnóstico y nivel socioeconómico, el RR en la categoría de mayor exposición fue de 1,14 con la primera medida de exposición y de 1,08 con la segunda, ambos estadísticamente significativos. El riesgo fue mayor en mujeres menores de 50 años (RR de 1,20 y 1,12 respectivamente). Los resultados en una muestra de estas mujeres en las que la edad al primer parto era conocida mostró RR bastante similares tras ajustar por esta variable, aunque sí se observó una disminución del estimador del riesgo tras este ajuste en mujeres menores de 50 años.

20. Forssén et al. [2000] en Suecia reanalizaron el estudio caso-control anidado a la cohorte de población sueca que había residido a menos de 300 metros de las líneas de alta tensión [Feychting, 1998], con el objetivo de combinar la exposición residencial y ocupacional. En la base poblacional del estudio se diagnosticaron 1767 mujeres con cáncer de mama a cada una de las cuales se le apareó un control del mismo grupo de edad y que hubiera vivido

durante el mismo periodo en la misma zona y en el mismo tipo de casa que el caso correspondiente. Se midió directamente la exposición a campos electromagnéticos únicamente en la residencia de mujeres que habitaban viviendas unifamiliares, sin incluir medición de los campos generados por los electrodomésticos. La exposición ocupacional fue valorada aplicando la misma matriz utilizada en esta tesis. Se obtuvo un OR para la exposición ocupacional de 1,0, ajustando por edad, estatus socioeconómico, exposición a benceno, aceites, solventes, humos de soldadura y exposición residencial a campos electromagnéticos. No dispusieron de información sobre factores reproductivos. El riesgo fue mayor en mujeres por debajo de los 50 (OR=1,5, NS). Se encontró una relación dosis-respuesta estadísticamente significativa en relación a la incidencia de tumores con receptores estrogénicos en mujeres menores de 50 años.

21. Morgan et al [2000] en Estados Unidos estudian la mortalidad por cáncer en los trabajadores de la compañía Motorola, para investigar el posible efecto de la exposición a campos de radiofrecuencia. Casi 200.000 trabajadores fueron seguidos durante 20 años, comparando su mortalidad por tipos de cáncer con la de los estados donde se asienta esta compañía. La exposición fue estimada mediante la construcción de una matriz de ocupación exposición cualitativa. Desgraciadamente para el cáncer de mama sólo se proporcionó el SMR del conjunto de la cohorte, que es muy cercano al 100. Teniendo en cuenta que el 72% de los empleados no estaban expuestos, de acuerdo con la matriz utilizada, el resultado encontrado no constituye una prueba de la ausencia de asociación entre exposición a campos de radiofrecuencia y el cáncer de mama.

2.4.3.3. Consideraciones sobre los estudios ocupacionales

A la hora de interpretar los estudios mencionados, existen una serie de aspectos metodológicos a tener en cuenta:

1. La calidad de la información sobre la exposición (duración, intensidad, frecuencia del campo). La mayor parte de los estudios citados se basan en la clasificación de ocupaciones expuestas realizada por higienistas industriales y otro tipo de expertos. En este sentido, la definición de la exposición cambia de un estudio a otro, por lo que los resultados podrían no ser comparables.

2. La exposición nunca ocurre aislada en el medio laboral. Los trabajadores considerados como expuestos están en contacto con otras sustancias. Sin embargo, cuando se crean categorías heterogéneas agrupando distintas ocupaciones según la dosis de campos electromagnéticos es difícil encontrar una posible exposición común a todas ellas que explique el riesgo observado.

3. La mayor parte de los estudios no tienen en cuenta posibles factores

de confusión relacionados con los hábitos de vida. No obstante, la utilización de agrupaciones de códigos ocupacionales según la supuesta exposición a radiaciones electromagnéticas introduciría también heterogeneidad respecto a estos factores, por lo que el impacto de la confusión existente sería menor.

4. La utilización del código ocupacional como variable indicadora de exposición a los campos electromagnéticos inevitablemente introduce un sesgo no diferencial de mala clasificación, ya que no es posible evaluar quién está expuesto y con qué intensidad. Este fenómeno tiende a diluir cualquier asociación real, produciendo una subestimación del efecto observado.

5. La ubicuidad de la exposición considerada supone en la práctica otra fuente de dilución del efecto, por lo que los resultados negativos de determinados estudios no implicarían necesariamente una ausencia de riesgo.

6. La heterogeneidad de la metodología empleada en los distintos estudios enumerados hace muy difícil su comparabilidad. Sin embargo, cada tipo de estudio tiene sus propias ventajas e inconvenientes y por ello la información que suministran ha de ser considerada como mutuamente complementaria.

7. Se desconocen los aspectos relevantes de la exposición. No está claro si el factor determinante del posible efecto de la exposición a los campos electromagnéticos es la dosis recibida, la dosis máxima, el tiempo de exposición, etc. En este sentido, la inmensa mayoría de los estudios analizados no suelen entrar en detalles sobre este punto. Por ello se ha recomendado la realización de estudios utilizando distintas medidas de la exposición [Savitz, 1989].

8. Se desconoce el "tiempo de latencia" asumible en este tipo de estudios. En todo caso sería inferior a los periodo de inducción considerados tradicionalmente en los estudios epidemiológicos sobre cáncer, ya que los campos electromagnéticos no tendrían un papel inductor sino promotor en el proceso de carcinogénesis [Savitz, 1989].

Teniendo todos estos factores en mente, parece existir una posible asociación entre cáncer de mama y exposición a campos magnéticos. Por otra parte, la formulación de un posible mecanismo de acción comprobado en estudios experimentales suscita la necesidad de realizar estudios epidemiológicos que determinen hasta qué punto la evidencia experimental se traduciría en un aumento del riesgo de desarrollar cáncer de mama ligado a la exposición a campos electromagnéticos.

3. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en esta tesis son los siguientes:

Objetivo general

1. Identificar las ocupaciones que suponen un aumento de riesgo en la incidencia de cáncer de mama en la población activa sueca.
2. Investigar la relación entre la exposición a campos electromagnéticos y el desarrollo de cáncer de mama en dicha cohorte.

Objetivos específicos

1. Determinar qué ocupaciones presentan un exceso de riesgo significativo de cáncer de mama en cada sexo, a través de estimadores ajustados por edad, periodo y área geográfica.
2. Esclarecer el posible papel confusor del estatus socioeconómico en la cohorte a estudio y, si fuese necesario, obtener estimadores del riesgo en grupos socioeconómicos homogéneos.
3. Confirmar los resultados obtenidos en la subcohorte de trabajadores que refirieron la misma ocupación en 1960 y 1970, para los que la definición de exposición es más específica.
4. Cuantificar la posible relación dosis-respuesta entre tiempo de exposición a cada una de las ocupaciones de riesgo identificadas y la incidencia de cáncer de mama, considerando como grupo de menor exposición los trabajadores que refirieron dicha ocupación en 1970 y no en 1960, y como grupo de mayor tiempo de exposición los que figuran con dicha ocupación en ambos censos.
5. Comprobar la estabilidad del estimador del riesgo por ocupación a lo largo del tiempo de seguimiento.
6. Investigar la curva dosis-respuesta de la relación entre la magnitud media de exposición laboral a campos electromagnéticos y el cáncer de mama, utilizando una matriz de exposición-ocupación obtenida de la misma cohorte a estudio.

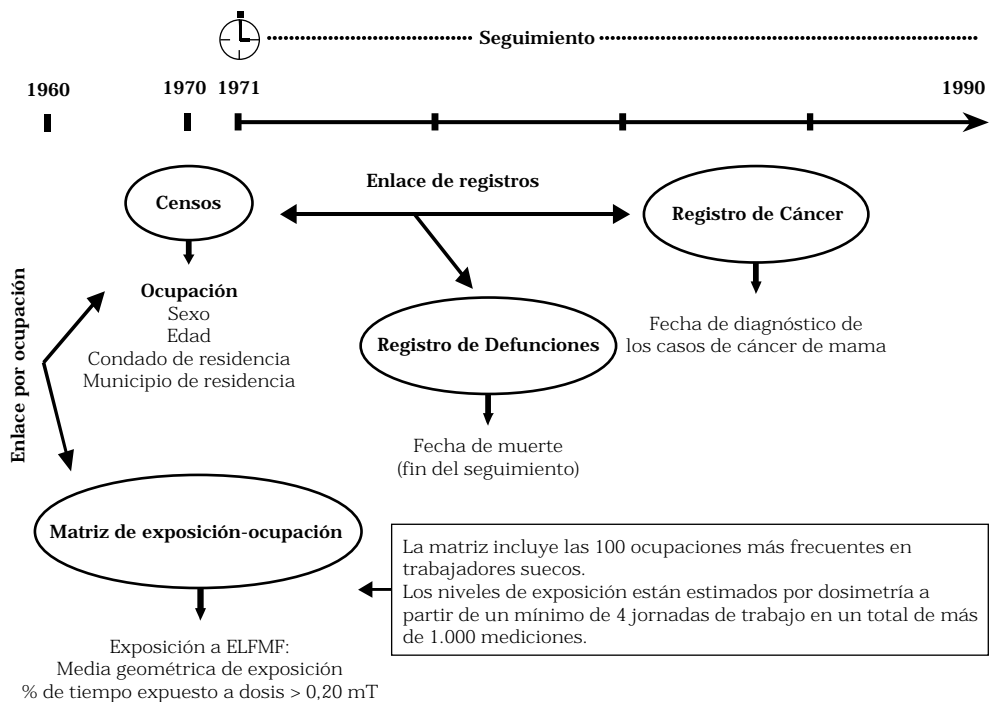
7. Estimar la relación entre dosis media de exposición laboral a campos electromagnéticos y cáncer de mama, a través de estimadores ajustados por edad, periodo y área geográfica, utilizando una matriz de exposición-ocupación obtenida de la misma cohorte a estudio.
8. Investigar la curva dosis-respuesta de la relación entre el tiempo de exposición laboral a campos electromagnéticos de magnitud igual o superior a $0,20 \mu\text{T}$ y el cáncer de mama, utilizando una matriz de exposición-ocupación obtenida de la misma cohorte a estudio.
9. Estimar la relación entre tiempo de exposición laboral a campos electromagnéticos de magnitud igual o superior a $0,20 \mu\text{T}$ y cáncer de mama, a través de estimadores ajustados por edad, periodo y área geográfica, utilizando una matriz de exposición-ocupación obtenida de la misma cohorte a estudio.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Diseño del estudio

Se trata de un estudio de cohortes que comprende a toda la población sueca trabajadora seguida durante 19 años. En la figura 4 se presenta un esquema que resume el diseño del estudio. Los distintos componentes serán descritos en las secciones siguientes.

Figura 4. Diseño del estudio presentado en esta tesis



4.2. Base poblacional

El estudio comprende el seguimiento retrospectivo de la cohorte compuesta por la población activa sueca, registrada como tal en el censo de 1970, y que además figuraban como residentes en Suecia en el censo de 1960. Esta última condición es debida a la utilización de ambos censos en el estudio con objeto de obtener una información más específica de la variable ocupación, como se explicará más adelante. Para homogeneizar la información procedente de distintos registros, se tomó como inicio del seguimiento el 1 de enero de 1971, y sólo se consideraron en el estudio los trabajadores que en ese momento contaban entre 25 y 59 años de edad. Dicha cohorte fue seguida durante los 19 años comprendidos entre 1971 y 1989 (ambos inclusive). La cohorte inicial incluyó 1.779.646 hombres y 1.066.346 mujeres, que contribuyeron a un total de 51.756.435 personas-año: 31.668.842 personas-año en la cohorte masculina y 20.087.379 personas-año en la cohorte femenina.

En 1970, menos del 10% de la superficie del país estaba dedicada a la agricultura, mientras que más de un 50% se dedicaba ya a la explotación de la madera. Un 75% de la energía consumida en el país era energía hidráulica. La esperanza de vida media era de 72,1 años para los hombres y de 77,6 para las mujeres. Un 13% de la población masculina y un 10% de la femenina habían completado 13 o más años de educación. La asistencia sanitaria era gratuita con una cobertura del 100% de la población.

4.3. Fuentes de información

4.3.1. Información sobre la cohorte general

El censo poblacional sueco de 1970 fue realizado el 1 de Noviembre de dicho año y recoge información sobre el sexo, la edad, la ocupación y la residencia de cada una de las personas de la cohorte referidas al año censal. Los suecos están obligados por ley a rellenar los cuestionarios censales. La obligación concierne al cabeza de familia de cada domicilio, aunque se recoge información de cada uno de los miembros del núcleo familiar. El fichero con la información individualizada del censo de 1970 fue enlazado con el homónimo correspondiente a 1960. Tras esta combinación de registros, el fichero final sólo contenía información de aquellas personas presentes en el ambos censos (1970 y 1960). Dado que la inmigración procedente de otros países tuvo lugar predominantemente después de 1960, se ha estimado que la población inmigrada constituye menos de 1% de la base poblacional contenida en este fichero [Andersen, 1999]. Con la información conjunta de ambos censos fue posible considerar la subcohorte formada por aquellas personas que refirieron una misma ocupación en ambos censos. En este caso, dado el bajo porcentaje de desempleo en Suecia entre 1960 y 1970 [Statistics Sweden, 1981],

es posible asumir que dichas personas han estado expuestas al menos 10 años.

El registro censal fue también enlazado con el registro sueco de mortalidad para poder contabilizar el número de personas-año que cada persona de la cohorte contribuyó al estudio general de manera individualizada. En todos los casos señalados, el enlace de registros se ha llevado a cabo utilizando el número de identificación personal, sistema de identificación introducido en el país en 1948 que consiste en un número de 10 dígitos que es único para cada persona y que permite identificar a cada persona residente en el país. El número es utilizado en todos los procedimientos administrativos, tales como pago de salarios, cuentas bancarias, seguridad social, historia sanitaria, fichas de hospitalización y todo tipo de registros existentes en el país. A partir de 1960, el número de identificación aparece también en los registros censales [Andersen, 1999].

4.3.2. Información sobre los casos de cáncer

El registro nacional de cáncer de Suecia fue establecido en 1958 y desde entonces recoge todos los diagnósticos de tumores malignos entre personas residentes en Suecia. El registro se alimenta de la información proporcionada por los médicos de los hospitales y los informes de anatomía patológica de asistencia pública y privada. El registro tiene información sobre la localización y el tipo histológico, y recoge además variables demográficas incluyendo la edad y la residencia. La codificación de la localización tumoral se llevó a cabo de acuerdo con la 7ª Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades hasta 1987, año en el que se empezó a aplicar la 9ª Revisión. Originalmente el registro no recogía la ocupación de los pacientes incluidos. Esta información ha sido añadida más tarde procedente de los censos poblacionales de 1960 y 1970, mediante enlace de registros. El enlace de registros se ha basado de nuevo en el número de identificación personal. Así se creó el Registro de cáncer medioambiental (CMR). Los códigos ocupacionales del censo de 1960 fueron “pegados” a los casos diagnosticados entre 1961 -1979 en el CMR60, y los procedentes del censo de 1970 fueron “pegados” a los casos diagnosticados entre 1971-89 en el CMR70. Posteriormente, la oficina nacional sueca de salud y bienestar elaboró un nuevo registro llamado CMR6070, el cual se basa en la combinación simultánea del registro de cáncer con ambos censos. En el proceso de enlace, el 99,1% de los casos registrados en el registro pudieron ser localizados en los censos poblacionales de 1970 y 1960 [Wiklund, 1986]. El presente estudio se ha realizado con la información sobre los casos proporcionada por el CMR6070.

4.3.3. Información sobre la ocupación

Los censos de 1970 y 1960 codifican la ocupación referida de acuerdo a la Clasificación Nacional de Ocupaciones de Suecia, con un nivel de desagregación de tres dígitos. En dicha clasificación el primer dígito sirve para identificar 10 grandes sectores ocupacionales, y los dígitos restantes implican sucesivos niveles de desagregación, de acuerdo con la actividad laboral específica.

Los 10 grandes sectores, con el número de trabajadores incluidos en cada uno de ellos en el censo de 1970, son los siguientes:

	Hombres	Mujeres
Grupo 0: Profesionales y técnicos	331.862	241.781
Grupo 1: Dirección y administración	61.969	11.223
Grupo 2: Contables y oficinistas	78.611	215.232
Grupo 3: Trabajo de ventas	136.916	133.657
Grupo 4: Agricultura, silvicultura y pesca	74.902	50.834
Grupo 5: Minería y cantería	10.455	146
Grupo 6: Transporte y comunicaciones	152.944	38.104
Grupo 7: Grupo I de producción: confección, calzado, madera, metal, electricidad, construcción	521.297	68.818
Grupo 8: Grupo II de producción: imprenta, cerámica, alimentos, papel, caucho, otros productos químicos	219.488	52.878
Group 9: Sector servicios	91.202	253.673

En el anexo 1 se presenta completa la Clasificación Nacional de Ocupaciones sueca a tres dígitos.

La variable ocupación dentro de este estudio se refiere siempre a la referida en el censo de 1970. Además, se ha estudiado la subcohorte de trabajadores que referían la misma ocupación en 1960 y 1970, lo cual supone una mayor especificidad en la definición de dicha variable. En ambas circunstancias se trata de una variable fija que no tiene en cuenta posibles cambios de trabajo posteriores a 1970. De todas maneras, dado que los periodos de latencia reconocidos para la mayoría de los tumores son superiores a los 10 años, las ocupaciones posteriores jugarían un menor papel en la génesis de los tumores diagnosticados durante el periodo de seguimiento.

4.3.4. Otras variables tenidas en cuenta en el estudio

Además de la ocupación, que es la variable objeto de este estudio, se han tenido en cuenta otra serie de factores que están relacionados con la incidencia de los tumores estudiados. Dichas variables son las siguientes:

1. **Sexo:** La distribución de los distintos tipos de cáncer es muy diferente en hombres y mujeres. Además, los hábitos de vida y la exposición a otros agentes cancerígenos es también diferente según el sexo. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el estudio se ha realizado de forma independiente para hombres y mujeres.

2. **Edad:** La incidencia del cáncer aumenta generalmente con la edad. En este estudio se han considerado grupos de edad de 5 años de amplitud. La edad es una variable que cambia durante el seguimiento, y aunque la cohorte inicial incluye personas en el rango de 25 a 59 años, los 19 años de seguimiento suponen un espectro de grupos de edad que van desde el grupo de 25-29 años hasta el de 75-79 años.

3. **Periodo diagnóstico:** La incidencia del cáncer varía a lo largo del tiempo, por lo que no parecía razonable asumir una incidencia constante durante los 19 años del seguimiento. Por ello se ha dividido el tiempo total del estudio en 4 periodos, dentro de los cuales dicha asunción sería más razonable (1971-1975, 1976-1980, 1981-1985 y 1986-1989).

4. **Condado de residencia:** Con esta variable se pretende tener en cuenta las diferencias geográficas en la incidencia de los tumores estudiados. La variable de residencia se refiere siempre a la residencia habitual declarada en el censo de 1970. Cambios de residencia posteriores no han podido ser tenidos en consideración. Suecia está dividida en 24 condados. En el anexo 2 se presenta un mapa con el listado de los nombres de los condados correspondientes.

5. **Tamaño del municipio de residencia:** Es un indicador de "ruralidad". El cáncer muestra importantes diferencias en su presentación en ambientes urbanos y rurales. Por ello, según el tamaño del municipio de residencia declarado en 1970, se han considerado 4 categorías: 1) menos de 2.000 habitantes, 2) 2.000-20.000 habitantes, 3) 20.000-100.000, y 4) más de 100.000 habitantes.

4.3.5. Información sobre la exposición ocupacional a campos electromagnéticos

La información sobre la exposición laboral a campos electromagnéticos se obtuvo de una matriz ocupación-exposición realizada por B. Floderus mediante dosimetría individual en una muestra de hombres trabajadores de cada ocupación [Floderus, 1996]. La matriz contiene información detallada de exposición para las 100 ocupaciones más frecuentes de acuerdo al censo de 1990, las cuales suponen el 90% de la población activa masculina. Para cada ocupación, los niveles de exposición fueron estimados a partir de las medidas obtenidas durante un mínimo equivalente a 4 jornadas laborales completas. En la práctica, se monitorizaron más de 1000 jornadas laborales.

La exposición fue medida en el lugar de trabajo utilizando dosímetros tipo EMDEX-C y EMDEX-100. Estos dosímetros miden los campos magnéticos en tres direcciones ortogonales y computan la resultante. El valor más alto que pueden registrar es $2,5 \mu\text{T}$. El dosímetro era colocado en un cinturón y cada trabajador lo llevó durante al menos 6 horas de la jornada laboral.

La caracterización de la exposición a campos electromagnéticos en la matriz considera 4 tipos de valores diarios: la exposición media, la exposición máxima, la mediana de exposición y la proporción de tiempo expuesto a magnitudes por encima de $0,20 \mu\text{T}$. Este umbral de $0,20 \mu\text{T}$ fue elegido teniendo en cuenta que algunos estudios epidemiológicos muestran que el riesgo tiende a aumentar por encima de este nivel. Para cada uno de estos conceptos la matriz proporciona: la media aritmética, la media geométrica y los percentiles 25 y 75, teniendo en cuenta en este cálculo los valores obtenidos en distintos días de medición. A pesar de tener tantas medidas de exposición, la alta correlación entre ellas [Floderus, 1996] imposibilita utilizarlas de forma conjunta.

En este trabajo hemos utilizado como medida de dosis de exposición el promedio diario de exposición y como medida de duración de exposición a altas dosis la proporción de tiempo de exposición a magnitudes por encima de $0,20 \mu\text{T}$. Para el promedio diario hemos considerado la media geométrica por tratarse de una medida con una distribución muy asimétrica. Sin embargo, para la proporción de tiempo de exposición a dosis por encima de $0,20 \mu\text{T}$ hemos tomado la media aritmética, ya que la media geométrica no puede considerar aquellos días sin exposición por encima del umbral establecido (proporción = 0).

Como se señaló anteriormente, la información de la matriz procede de estimaciones realizadas únicamente en trabajadores masculinos, por lo que su utilización en la cohorte de trabajadoras supone un mayor grado de extrapolación. Además hay que tener en cuenta que las 100 ocupaciones consideradas no son las más prevalentes en la población activa femenina, por lo que la precisión del análisis en mujeres será también menor.

4.4. Seguimiento

Las cohortes fueron seguidas desde el inicio de 1971 hasta el final de 1989. La única causa de “abandono” de la cohorte considerada fue la muerte. Así, las personas que no fallecieron durante el seguimiento contribuyeron un total de 19 años en el cálculo de las personas-año. No se consideró, por falta de información, la posibilidad de personas emigradas fuera del país lo que produciría una ligera “sobre-estimación” de las personas-año acumuladas. Sin embargo, dicha sobre-estimación sería mínima teniendo en cuenta que la tasa anual de emigración de ciudadanos suecos durante el periodo de estudio fue muy baja, alrededor de un 1 por 1000 [Statistics Sweden, 1981;

Statistics Sweden, 1991] . Esto daría una proporción máxima de emigrantes dentro de la cohorte de un 1,9% en los 19 años del estudio.

El registro de cáncer de Suecia considera como caso cualquier nuevo cáncer diagnosticado, aunque se produzca en una persona con un tumor previo (siempre que ambos tumores sean histológicamente distintos). El cálculo de personas-año fue realizado una única vez, para aplicar un mismo denominador a todos los tumores estudiados. Por esta razón, dado que una persona diagnosticada de un tipo de tumor está todavía a riesgo de padecer otro tumor diferente, la fecha de diagnóstico del caso no fue considerada como final de seguimiento. Este procedimiento produce una ligerísima sobre-estimación del número de personas año, que será prácticamente inexistente para los tumores de baja frecuencia. Esta sobre-estimación por otra parte está también presente cuando se utilizan cálculos poblacionales aproximados, como la utilización de la población a mitad de periodo, ya que en ningún caso se restan del denominador el número de casos declarados.

4.5. Cálculo de las personas-año

Como se comentó anteriormente, la experiencia de personas-año para cada estrato considerado fue calculada teniendo en cuenta la contribución individual de cada uno de los miembros de la cohorte. De las variables consideradas, el sexo, la ocupación, el condado de residencia y el tamaño del municipio de residencia son fijas, lo cual implica que una misma persona sólo contribuye a una de sus posibles categorías. Por el contrario, el periodo y el grupo de edad cambian con el tiempo. Esto supone que el tiempo total de seguimiento correspondiente a cada persona ha de ser repartido entre las correspondientes combinaciones de periodo y grupo de edad por las que el individuo va pasando a lo largo del seguimiento. Por ejemplo, un trabajador que en el inicio del seguimiento tenía 43,5 años y que murió cuando tenía 54,3 contribuye al estudio con un total de 10,8 años que deben ser repartidos en los siguientes estratos:

- grupo de edad 40-44 y periodo 1971-1975: 1,5 años
- grupo de edad 45-49 y periodo 1971-1975: 3,5 años
- grupo de edad 45-49 y periodo 1976-1980: 1,5 años
- grupo de edad 50-54 y periodo 1976-1980: 3,5 años
- grupo de edad 50-54 y periodo 1981-1985: 0,8 años

Para efectuar dicho reparto se utilizó el algoritmo exacto de Clayton [Breslow & Day, 1987], que fue programado en SAS específicamente para este estudio (ver Anexo 3).

4.6. Elección de la población de referencia

A la hora de calcular estimadores estandarizados de las tasas, un gran número de estudios de cáncer ocupacional utilizan como población de referencia el total nacional o regional correspondiente. La población de referencia es utilizada para proporcionar las tasas específicas esperables en las cohortes de estudio y calcular posteriormente la razón entre número de casos observados y esperados (Razones de Incidencia Estandarizadas o de Mortalidad Estandarizadas, es decir, SIR y SMR). En tales estudios es muy frecuente encontrar que la cohorte a estudio tiene una incidencia o mortalidad por cáncer menor de la esperada. Este paradójico resultado es conocido como “efecto del trabajador sano” (*healthy worker effect*) y es debido a un continuo sesgo de selección de personas más sanas dentro de la población activa [Breslow, 1990].

El efecto del trabajador sano se subdivide en dos: el efecto del “contratado sano” y el efecto del “superviviente sano” [Arrighi, 1994]. El primero está relacionado con la mayor probabilidad que tienen los individuos sanos de buscar y obtener empleo, el segundo se refiere a las diferencias en el estado de salud producidas durante el seguimiento: las personas que permanecen en la cohorte de población activa tienden a estar más sanas que aquellas que la abandonan, ya que muchos de estos abandonos están relacionados con la salud.

Para evitar el primero de estos sesgos de selección, la población de referencia en este estudio está restringida a la población activa sueca del sexo correspondiente, censada como tal en 1970. Se trata por tanto de un estándar interno, que representa la suma de todas las ocupaciones consideradas, por lo que la media ponderada (utilizando como factor de ponderación el número de trabajadores en cada ocupación) de las Razones Estandarizadas de Incidencia para las distintas ocupaciones es siempre igual a 1.

El segundo sesgo en nuestro caso se evita al considerar como fuentes de información sobre la cohorte los registros nacionales de cáncer y de mortalidad, los cuales localizan al trabajador enfermo sin tener en cuenta si pertenece o no a la población activa durante el periodo de seguimiento.

4.7. Estandarización de las tasas

Se calculó, de forma independiente para cada sexo, la Razón Estandarizada de Incidencia (conocida como SIR, de *standardized incidence ratio*) por ocupación. El SIR compara el número de casos de cáncer observados en una ocupación con el número de casos esperados de acuerdo a las tasas de referencia elegidas. En este caso, los esperados fueron calculados con las tasas específicas por edad y periodo del total de la población sueca del sexo correspondiente. Como se señaló anteriormente, la constitución para cada

sexo de una población de referencia con la cohorte total supone una ventaja estadística para algunos de los modelos empleados (ver más adelante), centrando en el 1 el valor medio del SIR para el conjunto de las ocupaciones.

Los SIRs se calcularon con las tasas específicas por edad y periodo de la población de referencia, lo cual implica que dichos estimadores de riesgo están ajustados por los mismos factores (edad y periodo). La necesidad de controlar el efecto de la edad es evidente, y dados los cambios de incidencia que el cáncer de mama presenta en el tiempo, también se consideró conveniente ajustar los estimadores por esta variable, teniendo en cuenta los 4 periodos: 1970-1974, 1975-1979, 1980-1984 y 1985-1989. La fórmula de cálculo de SIRs es la siguiente:

$$SIR = \frac{\sum_j \sum_i d_{ij}}{\sum_j \sum_i n_{ij} r_{ij}} * 100$$

d_{ij} = número de casos incidentes en la ocupación a estudio en el grupo de edad “i” y periodo “j”.

n_{ij} = número de personas-año aportadas a la cohorte por la ocupación a estudio en el grupo de edad “i” y periodo “j”.

r_{ij} = tasa de incidencia en la población de referencia para el grupo de edad “i” en el periodo “j”.

Se decidió utilizar SIRs y no tasas ajustadas por el método directo, debido a la extraordinaria inestabilidad que estas últimas presentan cuando en algunos estratos hay pocos casos o ninguno [Breslow, 1987]. Esta elección supone que los SIRs no son estrictamente comparables, dado que el número de casos esperados depende, no sólo de las tasas de referencia, sino también de la distribución de las personas-año en esa ocupación (representado en la fórmula por n_{ij}). Por ello, cada SIR debe ser considerado como un estimador del riesgo en relación al conjunto de la población activa. Desde el punto de vista estadístico, el SIR es una media ponderada de las razones de tasas de incidencia de la ocupación correspondiente y las de la cohorte general [Breslow, 1987], es decir, el SIR representa una estimación global del incremento (o disminución) proporcional de la tasa de incidencia asociado a una determinada ocupación.

Asumiendo que los casos observados se distribuyen como una variable de Poisson, se calcularon los intervalos de confianza al 95% utilizando la aproximación de Byar, la cual proporciona resultados equivalentes a los métodos exactos incluso en casos extremos donde el número de observados es muy pequeño [Breslow, 1987] y evita los cálculos iterativos que suponen los métodos exactos. La fórmula de Byar es la siguiente:

$$D_{inf} = \left(1 - \frac{1}{9D} - \frac{Z_{\alpha/2}}{3\sqrt{D}} \right)^3$$

$$D_{sup} = \left(1 - \frac{1}{9(D+1)} - \frac{Z_{\alpha/2}}{3\sqrt{(D+1)}} \right)^3$$

D = total de casos observados en la ocupación considerada

$Z_{\alpha/2} = 1,96$ para un 95% de confianza

D_{inf} y D_{esp} , divididos por el número de esperados, proporcionan los límites de confianza del SIR.

Además, con objeto de permitir comparar las tasas obtenidas en cada grupo de trabajadores con las tasas de incidencia proporcionadas por otras publicaciones, se presentan también las tasas ajustadas por el método directo, truncadas a los grupos de edad disponibles en la cohorte (25-79 años) y la incidencia acumulada entre los 25 y 79 años de edad.

La tasa ajustada por el método directo supone aplicar de las tasas de incidencia específicas por edad en cada ocupación y sexo a una distribución poblacional estándar que en nuestro caso ha sido la población estándar europea [Doll, 1967].

$$TA = \frac{\sum_j r_i n_i^*}{\sum_i n_i^*}$$

donde r_i representa en este caso la tasa de incidencia del grupo de edad "i" en la ocupación considerada y n_i el número de personas en ese grupo de edad en la población estándar.

La incidencia acumulada entre los 25 y 79 años de edad se calcula a través de la relación entre tasas de incidencia e incidencia acumulada [Kleinbaum, 1982].

$$IA = 1 - \exp(-\sum_i r_i^* \Delta_i)$$

donde r_i es también la tasa de incidencia del grupo de edad "i" en la ocupación considerada y Δ_i hace referencia a la amplitud de ese intervalo de edad.

La incidencia acumulada representa a nivel poblacional la probabilidad que un trabajador de una determinada ocupación tiene de desarrollar un de-

terminado tumor entre los 25 y los 70 años de edad suponiendo que no existiesen causas competitivas de muerte.

4.8. El problema de las múltiples comparaciones: soluciones propuestas en este estudio

La exploración exhaustiva de grandes bases de datos, como la utilizada en este trabajo, que proporcionan información sobre diferentes exposiciones, implica la realización de una gran cantidad de comparaciones. De forma tradicional, los tests estadísticos son la herramienta utilizada para juzgar la importancia de las diferencias encontradas en todas las comparaciones propuestas. Sin embargo con un 5% de error tipo I (probabilidad de aceptar la hipótesis alternativa siendo cierta la hipótesis nula) usualmente aceptado es posible, al menos en términos teóricos, encontrar 5 asociaciones falsamente significativas en cada 100 comparaciones realizadas.

La solución propuesta por la estadística tradicional ha sido reducir el error tipo I admitido para que en el conjunto de comparaciones propuestas dicho error (α) sea del 5%. Si se realizan “n” comparaciones, la probabilidad de que al menos una de ellas sea considerada como estadísticamente significativa cuando no lo es sería igual a $1-(1-\alpha)^n$. Una regla aproximada consiste en considerar un α de $0,05/n$.

Desafortunadamente, dada la interdependencia del error tipo I y el error tipo II (considerar como nulas asociaciones realmente significativas), la penalización del error α admitido conlleva un simultáneo aumento del error tipo II. Si el número de comparaciones es muy grande, el α puede ser enormemente pequeño, impidiendo encontrar ningún resultado significativo. Por ello, desde un punto epidemiológico, esta solución ha sido muy criticada y desaconsejada. [Rothman, 1990].

En ausencia de una solución alternativa unánimemente aceptada, en este trabajo hemos optado por valorar los SIRs encontrados a la luz de una serie de factores:

1. La magnitud del riesgo en sí.
2. Las gráficas de “estimadores suavizados”.
3. La consistencia de la asociación encontrada bajo los distintos análisis llevados a cabo.
4. Los resultados aportados por la subcohorte de personas que comunicaron dicha ocupación en ambos censos.
5. La comparación de los intervalos de confianza convencionales con otros obtenidos a partir del cálculo robusto de la varianza.

4.9. Estimadores suavizados

Para valorar de forma gráfica en cada tipo de tumor qué ocupaciones presentan SIRs muy divergentes a lo esperado, se ha utilizado una modificación de un método propuesto recientemente en la literatura [Carpenter, 1997]. La elección de este método fue debida a su simplicidad, a la ausencia de grandes asunciones en cuanto a la distribución de los estimadores y sobre todo a la posibilidad de presentar de forma gráfica sus resultados. Se ha ajustado por métodos Bayesianos un modelo de regresión en el que la ocupación fue considerada como término de efectos aleatorios.

La figura 5 representa el diagrama bayesiano del modelo (diagrama DAG de *directed acyclic graph*). En este tipo de representación los cuadrados significan cantidades conocidas y los círculos cantidades desconocidas a estimar. El cuadrado grande representa una ocupación, y fuera de él están las distribuciones a priori necesarias para la estimación, como se explica más adelante.

La formulación matemática del modelo sería la siguiente:

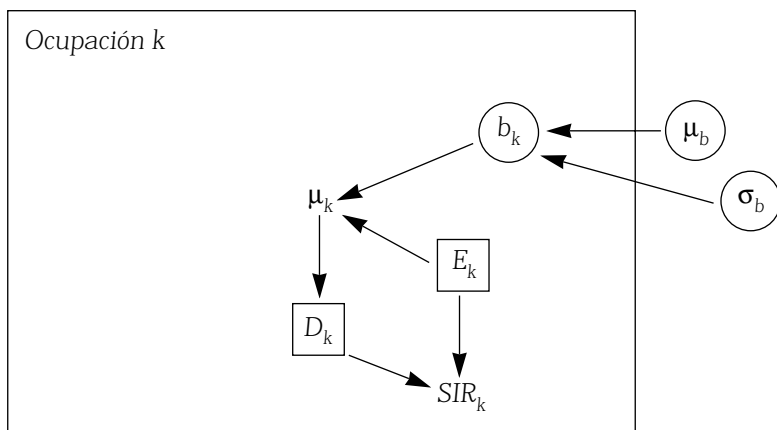
$$\ln(D_k) = \ln(E_k) + b_k$$

En el que:

$$D_k \sim \text{Poisson}(\mu_k)$$

$$b_k \sim \text{Normal}(\mu_b, \sigma_b^2)$$

Figura 5. Representación bayesiana del modelo de regresión de Poisson de efectos aleatorios



En la figura 1, el número de casos incidentes observados en una ocupación, D_k , es una variable de Poisson con media μ_k . Esta media depende de dos factores: el número de casos esperados E_k , que es conocido, e introducido como offset en el modelo, y del efecto aleatorio b_k que representa la desviación de la media correspondiente a dicha ocupación. La modelización pretende estimar este efecto b_k que es desconocido, cuya media es μ_b y su varianza σ_b^2 . Los métodos bayesianos de estimación se basan en el conocimiento previo de la distribución de estos dos parámetros (distribución a priori), para estimar su valor concreto dados los datos del estudio (distribución a posteriori) [Spiegelhalter, 1995].

En ausencia de información adicional, se parte de una “distribución a priori no informativa” basada en la hipótesis nula:

$$\begin{aligned}\mu_b &\sim \text{Normal}(0, 10^5) \\ \sigma_k &\sim \text{Gamma}(0,001, 1000)\end{aligned}$$

Se asume que μ_b tiene una distribución normal (para permitir efectos positivos y negativos) con media 0 y varianza muy grande (10^5 en nuestro caso). El valor esperado de la media de las b_k es 0 como resultado de utilizar toda la cohorte como población de referencia. La varianza utilizada es lo suficientemente grande para que en el proceso iterativo que conlleva la estimación de los b_k sea posible muestrear y probar valores alejados de la media. La variabilidad entre los distintos b_k es modelizada asumiendo que σ_b^2 procede de una distribución gamma (ya que la varianza no puede tener valores negativos).

Introducir la ocupación como término de efectos aleatorios, en vez de considerarla de efecto fijo, supone asumir que cada ocupación representa una muestra aleatoria de la población de referencia. Los b_k (que representan el logaritmo neperiano del SIR para la ocupación k) son el resultado de dos factores: la media general para el conjunto de ocupaciones (que como se comentó anteriormente es igual a 0), y la discrepancia entre observados y esperados para esa ocupación particular. Estos dos factores actúan en sentido opuesto, lo que produce una suavización del efecto de la ocupación hacia la media general (SIR=1).

Los modelos bayesianos proporcionan los estimadores buscados mediante un proceso de muestreo a partir de las distribuciones a priori especificadas mediante el método de muestreo de Gibbs que utiliza “Markov Chain Monte Carlo Sampling” [Spiegelhalter, 1995]. La fluctuación de dicho muestreo decrece en el tiempo hasta llegar a un estado de convergencia, ya que en cada iteración los valores elegidos son probados y el desplazamiento del muestreo siguiente se basa en la “bondad” de dichos estimadores. En este estudio, para cada ocupación se ha considerado un calentamiento o *burning* (iteraciones

iniciales que son descartadas en el proceso de estimación) de 200000 iteraciones, y los b_k presentados se basan en las 1000 iteraciones siguientes. Existen distintos test y métodos gráficos para valorar si el proceso ha convergido. La exploración gráfica de la convergencia de cada b_k fue desechada en nuestro caso, dado el gran número de ocupaciones estudiadas. Por ello se utilizó un burning suficientemente amplio y se comprobó que la z de Geweke en ningún caso era mayor de 1,96. El test de Geweke compara diferencias entre el primer cuartil y el último cuartil de la secuencia de iteraciones utilizadas en la estimación (las 1000 iteraciones señaladas). Cada uno de estos cuartiles es a su vez subdividido en 25 segmentos para los que se calcula la media y la varianza del b_k . La fórmula de la z de Geweke es la siguiente [Spiegelhalter, 1995]:

$$Z = \frac{(E^{inicial} - E^{final})}{\sqrt{\frac{V^{inicial} + V^{final}}{25}}}$$

$E^{inicial}$ y E^{final} se refieren el valor esperado calculado con las 25 medias del estimador en el primer y último cuartil respectivamente, y $V^{inicial}$ y V^{final} al valor esperado de la varianza calculado con las 25 varianzas en los correspondientes cuartiles. Se trata de un test aproximado.

Los estimadores de cada ocupación, b_k , proceden de una distribución normal, por lo que es posible ordenarlos de menor a mayor y dibujar el normograma o gráfica de la distribución esperada (en el eje de las x) frente a la observada (en el eje de las y). Cuando existen valores extremos, alejados de la hipótesis nula, se traducen en la gráfica por puntos dispersos, fácilmente reconocibles. Para valores anormalmente bajos es esencial comprobar que no estén basados en 0 casos observados. En estos casos, aun cuando los estimadores aparecen como valores inusualmente extremos, la precisión de estos estimadores puede ser muy baja. Para obviar en parte este problema, para cada sexo sólo se representan en la gráfica aquellas ocupaciones con al menos 100 personas expuestas.

Los resultados para cada sexo se presentan gráficamente. La parte que más nos interesa de las gráficas es la zona de estimadores b_k alejados positivamente de la distribución esperada, que se encuentran en la gráfica en el cuadrante superior derecho, ya que el objeto de este estudio es investigar las ocupaciones que suponen un aumento de riesgo para alguno de los tumores estudiados.

4.10. Estimación del riesgo relativo por ocupación: modelos de Poisson

El cáncer de mama, sobre todo en las mujeres, presenta su propio patrón geográfico. Por otra parte, se ha señalado que el cáncer de mama es más frecuente en el medio urbano [Nasca, 1980; Doll, 1991]. Además, la distribución de las distintas ocupaciones no es homogénea respecto a estas variables, sino que su frecuencia de presentación depende muchas veces de las características geográficas y del grado de urbanización. Todo esto convierte al condado de residencia y al tamaño de población en posibles factores de confusión susceptibles de ser controlados en el análisis.

Una solución hubiese sido la inclusión de estas variables como estratos específicos en la estandarización en el cálculo de SIRs. Es decir, calcular las tasas específicas de referencia y la aportación de personas-año de cada ocupación, además de por categorías de edad y periodo, por área geográfica y tamaño municipal. Dicha estandarización es teóricamente posible, pero presenta muchos problemas en la práctica derivados principalmente de la escasez de efectivos en los distintos estratos. Para el cálculo de las tasas de referencia, la subdivisión de la cohorte general en cada sexo en 8 (grupos de edad) * 4 (periodos) * 5 (unidades geográficas) * 4 (tamaño municipal) = 640 estratos, genera unas tasas específicas altamente inestables, particularmente en aquellos tumores de muy baja incidencia. Las personas-año de cada ocupación han de ser igualmente subdivididas. Cualquier estrato con una tasa específica igual a cero, o sin personas-año de observación es automáticamente eliminado en el cálculo de los esperados. Por otra parte, desde el punto de vista estadístico las fórmulas utilizadas para el cálculo de SIRs y la comprobación de su significación estadística consideran el número de esperados como una cantidad estable, asunción muy lejana a la realidad en el caso que estamos discutiendo.

Teniendo en cuenta estos inconvenientes, optamos por controlar el posible efecto confusor de estas variables mediante su inclusión junto con la variable de interés (la ocupación) en un modelo multivariante (modelo log-lineal de Poisson). En este tipo de modelos los casos observados son la variable resultado y los esperados son incluidos como offset o factor fijo de ponderación.

La formulación matemática del modelo es la siguiente:

$$\ln(\mu_{kgh}) = \ln(E_{kgh}) + \beta_k^* x_k + \Sigma \beta_g^* z_g + \Sigma \beta_h^* z_h$$

$$D_{kgh} \sim \text{Poisson}(\mu_{kgh})$$

Los estratos vienen definidos por las variables ocupación (k), área geográfica (g) y tamaño municipal (h).

Para cada estrato, el número de casos observados D_{kgh} se distribuye como una variable de Poisson cuyo valor medio estimado μ_{kgh} es obtenido de la fórmula expuesta. El valor estimado por el modelo μ_{kgh} depende de las variables explicativas incluidas: ocupación, área geográfica y tamaño municipal, así como del factor de ponderación E_{kgh} (número de casos esperados en ese estrato).

La edad y el periodo desaparecen como variables del modelo. Para cada ocupación, área geográfica y tamaño municipal, los observados y esperados de los distintos grupos de edad y periodo son colapsados en un único dato. Esto permite aumentar la estabilidad del modelo evitando tener que modelizar un número muy grande de estratos sin observaciones. Además, es importante recordar que, puesto que los esperados, incluidos como offset, han sido calculados teniendo en cuenta la edad y el periodo, dichas variables están siendo controladas en el modelo [Breslow, 1987].

Se ajustó un modelo independiente para cada ocupación, en el que la variable x_k es una variable dicotómica que vale 1 para los estratos con dicha ocupación y 0 para los estratos del resto de ocupaciones.

Los 24 condados fueron colapsados dentro de la variable “área geográfica de riesgo” z_g , la cual agrupa en cada caso a aquellos condados con un riesgo similar. Concretamente z_g representa un conjunto de variables indicadoras (dummy) con las siguientes categorías:

- La categoría de referencia son los condados con SIR entre 0,95 y 1,05
- $z_{g1} = 1$ para los condados con un SIR < 0,90
- $z_{g2} = 1$ para los condados con un SIR entre 0,90 y 0,95
- $z_{g3} = 1$ para los condados con un SIR entre 1,05 y 1,10
- $z_{g4} = 1$ para los condados con un SIR > 1,10

Optar por agrupar los condados según la incidencia relativa del tumor considerado en vez de hacerlo por proximidad geográfica supone que dicha agrupación es distinta en hombres y en mujeres.

De forma similar se codificó la variable “tamaño municipal” z_h en las siguientes variables indicadoras:

- La categoría de referencia son los residentes en municipios menores de 2.000 habitantes
- $z_{h1} = 1$ para el estrato de residentes en municipios entre 2.000 y 20.000 habitantes
- $z_{h1} = 2$ para el estrato de residentes en municipios entre 20.000 y 100.000 habitantes
- $z_{h1} = 1$ para el estrato de residentes en municipios mayores de 100.000 habitantes

En estos modelos, el resultado de interés es el “ $\exp(\beta_k)$ ” que representa el Riesgo Relativo de desarrollar el tipo de tumor en estudio en trabajadores ex-

puestos a la ocupación k considerada, respecto al resto de la población activa sueca, ajustado por edad, periodo, área geográfica de riesgo y tamaño municipal.

Para todas las causas estudiadas en este trabajo, la variable “área geográfica” fue mantenida en el modelo. Sin embargo, la variable “tamaño del municipio de residencia” sólo se tuvo en consideración en el análisis del cáncer de mama femenino, ya que en los hombres no mostró asociada con la incidencia de la enfermedad. En todos los casos, los modelos planteados son estimativos, no predictivos.

Un modelo similar se utilizó considerando los grandes sectores ocupacionales (agrupación de ocupaciones según su primer dígito), y la existencia de una distribución heterogénea de la incidencia entre dichos sectores se valoró mediante el test de cociente de verosimilitudes (*likelihood ratio*) comparando un modelo que contenía únicamente el “área geográfica” y el “tamaño del municipio de residencia” con un modelo que incluía además la variable grupo ocupacional factorizada. La significación estadística de esta comparación prueba la existencia de diferencias significativas en el riesgo de padecer el tumor a estudio entre los grandes sectores profesionales. Dicha variable actuaría como marcador de diferencias en la incidencia según el nivel socio-económico.

4.11. Estimación del riesgo dentro del mismo sector ocupacional

En un intento por eliminar el posible papel de variables relacionadas con el nivel socio-económico imposibles de incluir en este estudio, para cada ocupación se repitió el análisis considerando en el grupo de referencia únicamente a los trabajadores en ocupaciones del mismo sector ocupacional (identificado por el primer dígito). Este análisis supone comparar individuos más homogéneos desde el punto de vista socio-económico. Como contrapartida, el nivel de referencia se reduce, con lo que disminuye la precisión del estudio, y en algunos casos -como ocurre en las ocupaciones del sector minero- este análisis supone que expuestos y no expuestos compartan muchas condiciones de trabajo, lo que se traduciría en un descenso del riesgo encontrado.

Teniendo en cuenta los aspectos comentados en el párrafo anterior, el análisis intrasector se tuvo especialmente en cuenta cuando se encontró una clara asociación con el nivel socio-económico, mientras que en caso contrario se concedió mayor valor a los resultados obtenidos utilizando la cohorte general.

4.12. Subcohorte de expuestos en 1960 y 1970 y relación dosis respuesta

La información de la ocupación desempeñada en 1960 hizo posible para cada ocupación considerar dos condiciones diferentes de exposición: 1) los trabajadores que referían dicha ocupación en 1970 y no en 1960, y 2) los trabajadores que referían dicha ocupación en ambos censos. El primer grupo incluiría con mayor probabilidad individuos no suficientemente expuestos a la ocupación bajo estudio, mientras que el segundo, además de una mayor duración de la exposición, supone una mayor certeza en la definición de la misma. Dada la alta estabilidad laboral de Suecia en los años 60, es bastante razonable asumir que el segundo grupo mantuvo su exposición durante todo el periodo intercensal. Por ello, la estimación del riesgo en esta subcohorte de trabajadores servirá para confirmar o no los resultados obtenidos en la cohorte general. Además, es posible considerar ambos grupos como niveles diferentes (graduales) de exposición o de probabilidad de exposición a la ocupación bajo estudio. La significación estadística del test dosis-respuesta pondrá de manifiesto un incremento del riesgo asociado a una mayor duración y/o una mayor certeza de exposición.

Para tener en cuenta estos aspectos, consideramos la variable ocupación como variable categórica con tres niveles: 0) no exposición en 1970, 1) exposición sólo en 1970 y 2) exposición en 1960 y 1970. Idealmente, de la categoría de no expuestos se deberían haber excluido aquellos trabajadores que refirieron la ocupación en 1960. Sin embargo, los resultados hallados fueron similares y la exclusión suponía una pérdida de potencia estadística.

Para obtener el Riesgo Relativo en cada categoría de exposición es necesario incluir dos variable indicadoras: “ x_{k1} ” es igual a 1 para los expuestos sólo en 1970, “ x_{k2} ” vale 1 para los expuestos en ambos censos.

$$\ln(\mu_{kgh}) = \ln(E_{kgh}) + \beta_{k1} * \chi_{k1} + \beta_{k2} * \chi_{k2} + \Sigma \beta_g * z_g + \Sigma \beta_h * z_h$$

$$D_{kgh} \sim \text{Poisson}(\mu_{kgh})$$

En este modelo el “ $\exp(\beta_{k1})$ ” proporciona el RR para la primera categoría de exposición (sólo expuestos en 1970) y el “ $\exp(\beta_{k2})$ ” para la segunda (expuestos en ambos censos).

La relación dosis-respuesta se obtuvo considerando la variable ocupación -codificada 0, 1 y 2, como se expuso anteriormente- como variable continua y teniendo en cuenta la significación estadística del coeficiente “ β_k ”.

$$\ln(\mu_{kgh}) = \ln(E_{kgh}) + \beta_k * \chi_k + \Sigma \beta_g * z_g + \Sigma \beta_h * z_h$$

$$D_{kgh} \sim \text{Poisson}(\mu_{kgh})$$

Cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia por sectores ocupacionales, revelando así posibles diferencias en la incidencia en distintos niveles socio-económicos, el análisis se realizó considerando en la categoría de referencia solamente al resto de ocupaciones dentro del mismo sector ocupacional.

4.13. Métodos robustos para el cálculo de los intervalos de confianza

La utilización de la distribución de Poisson en los modelos de regresión impone una condición especialmente importante a la distribución de las tasas de incidencia, ya que bajo Poisson la media y la varianza son iguales. Si la varianza del número de casos observados “d” es precisamente “d”, la varianza de la tasa sería igual “d/n²”. Muchas veces las tasas observadas muestran una variabilidad mayor que la permitida por este modelo, fenómeno conocido en la literatura como “sobredispersión” [Breslow, 1984]. En presencia de sobredispersión, los intervalos de confianza y los tests de hipótesis basados en los resultados de la regresión no son fiables, ya que asumen una variabilidad inferior a la real.

Como alternativa a los intervalos de confianza obtenidos a partir del modelo, los métodos robustos calculan los intervalos de confianza utilizando la variabilidad observada en los datos en relación al estimador del efecto proporcionado por el modelo, asumiendo que dicho estimador coincide exactamente con el riesgo relativo poblacional [White, 1980]. Esta forma de calcular los intervalos de confianza, además, permite relajar la asunción de independencia entre los distintos estratos.

En este trabajo se han recalculado los intervalos de confianza de todos los riesgos relativos utilizando métodos robustos [Hilbe, 1988] para comprobar y en su caso corregir la posible existencia de sobredispersión.

4.14. Estimación del efecto de la exposición a campos electromagnéticos de muy baja frecuencia

Las dos variables de exposición utilizadas, exposición promedio diaria y porcentaje de tiempo de exposición a magnitudes superiores a 0,20 μ T, hacen referencia a dos conceptos distintos: dosis de exposición, y tiempo de exposición a dosis altas.

En cada caso, la variable ocupación se sustituyó por el valor de la exposición a campos electromagnéticos obtenida a partir de la matriz ocupación-exposición [Floderus, 1996]. Aquellas ocupaciones para las que no se disponía de información sobre dicha exposición fueron eliminadas del análisis. Esta eliminación tiene más importancia en los análisis de tumores femeni-

nos, ya que las 100 ocupaciones representadas en la matriz no corresponden a las más prevalentes en la cohorte femenina.

El patrón de evolución del riesgo de desarrollar cáncer de mama en función de la exposición ocupacional a campos electromagnéticos fue investigado utilizando modelos aditivos generalizados de Poisson. Es decir, para cada una de las variables de exposición consideradas, dosis promedio y tiempo de exposición a magnitudes iguales o superiores a 0,20 μT , se construyó un modelo aditivo para estimar la forma de la relación dosis-respuesta, controlando por los factores de confusión pertinentes en cada caso.

Los modelos aditivos generalizados, son una extensión de los modelos lineales generalizados que sirven, entre otras cosas, para identificar la forma de la relación entre una exposición continua y la variable de respuesta considerada (en nuestro caso el número de casos observados), ya sea esta lineal o no lineal, a partir de los propios datos, mediante funciones de suavización. Como resultado, el modelo permite representar gráficamente la relación dosis-respuesta, ajustada por las covariables introducidas en la parte paramétrica del modelo [Hastie, 1991].

En nuestro caso el modelo tendría la siguiente forma:

$$\ln(\mu_{kgh}) = \ln(E_{kgh}) + \Sigma f_j^* \chi_j + \Sigma \beta_i^* z_i$$

$$D_{kgh} \sim \text{Poisson}(\mu_{kgh})$$

En este modelo:

- Los casos observados y esperados están calculados como en los modelos anteriores por los estratos definidos por las variables ocupación (k), área geográfica (g) y tamaño municipal (h).

La variable ocupación ha sido sustituida por el valor correspondiente de exposición a campos electromagnéticos (x), estimado a partir de la matriz de exposición-ocupación. Debido a que la exposición presenta una distribución muy asimétrica, se ha utilizado la transformación logarítmica tal y como se ha recomendado [Hastie, 1991].

- Es un modelo semiparamétrico. La parte paramétrica la constituyen las posibles variables de confusión introducidas en la última parte de la fórmula.
- La parte no paramétrica viene referida por $f_j(x_j)$, donde f_j es la función de suavización utilizada. En nuestro caso hemos utilizado un *smoothing spline* con 4 grados de libertad como método de suavizado.

El riesgo debido a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos fue obtenido posteriormente utilizando un modelo log-lineal de Poisson clásico, introduciendo como posibles variables de confusión el área geográfica (z_g) el tamaño del municipio municipal (z_h) y, en aquellos tumores con grandes diferencias de riesgo por sectores ocupacionales, la variable sector (z_s). Además, estos estimadores están ajustados por periodo y edad, ya que estas variables fueron consideradas para calcular el número de casos esperados introducido como *offset* en el modelo.

$$\ln(\mu_{kgh}) = \ln(E_{kgh}) + \beta_k * \chi_k + \Sigma \beta_g * z_g + \Sigma \beta_h * z_h + \Sigma \beta_s * z_s$$

$$D_{kgh} \sim \text{Poisson}(\mu_{kgh})$$

A priori decidimos tomar las gráficas de la relación dosis-respuesta como guía para codificar las variables de exposición a campos electromagnéticos. Finalmente utilizamos los cuartiles y el percentil 90 de la distribución, debido a que en ningún caso la curva dosis-respuesta podía ser considerada como lineal.

A sugerencia de la creadora de la matriz de ocupación-exposición y experta en radiaciones electromagnéticas, Birgitta Floderus, rehicimos el análisis por separado en los sectores ocupacionales 0-3 (profesionales, directivos y administrativos, contables y trabajo de ventas) y en los sectores ocupacionales 6-9 (transporte y comunicaciones, producción y servicios), ya que la presencia de posibles factores de riesgo es muy diferente en ambos medios. Teniendo en cuenta que las radiaciones electromagnéticas actuarían como promotores y no como inductores del cáncer, teóricamente el efecto esperado sería mayor en el segundo grupo, ya que es en estos sectores donde se concentra la exposición a sustancias químicas.

5. RESULTADOS

5.1. Cáncer de mama en mujeres

5.1.1. Ocupaciones con alto riesgo de desarrollar cáncer de mama

En el conjunto de mujeres de la cohorte, se han diagnosticado 29288 casos de cáncer de mama. Lo cual supone una tasa ajustada (para las edades comprendidas en el estudio) de 143,78 por 100000 mujeres-año. Como se aprecia en la tabla 3, el cáncer de mama en las mujeres muestra un claro predominio por los primeros sectores profesionales (profesionales y técnicos, dirección y administración y contables y oficinistas). Estas diferencias son claramente significativas ($p < 0,0001$), poniendo de manifiesto la asociación positiva de este tipo de tumores con la clase social. Debido a esta importante asociación, la mayoría de los resultados que se presentan y todos los que se comentan hacen referencia a la comparación de cada ocupación con el resto de categorías laborales dentro de su sector.

Tabla 3. Cáncer de mama por sectores ocupacionales en mujeres.
Tasas ajustadas por 100.000 habitantes, riesgo acumulado (en %), número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza

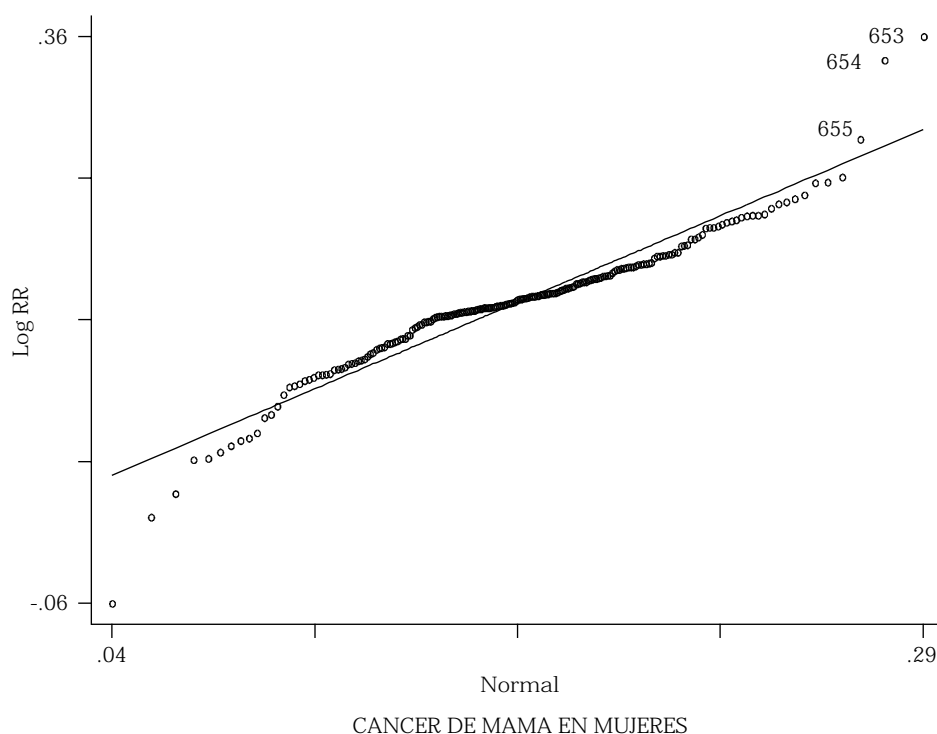
Sector ocupacional	Tasa ¹ ajustada	Riesgo acmdo.	Obs.	Esp.	SIR ²	IC 95%
SECTOR 0 Profesionales y técnicos	160,93	8,94	6.630	5.928,5	113	109-115
SECTOR 1 Dirección y administración	176,98	9,74	403	319,8	126	114-139
SECTOR 2 Contables y oficinistas	165,02	9,32	6.115	5.381,5	114	111-117
SECTOR 3 Trabajo de ventas	137,50	7,91	3.691	3.858,3	96	75- 84
SECTOR 4 Agricultura, silvicultura, pesca ..	114,73	6,55	1.264	1.587,2	80	82- 93
SECTOR 5 Minería y cantería	118,98	4,95	4	3,8	104	28-267
SECTOR 6 Transporte y comunicaciones	149,76	8,57	1.076	1.044,2	103	97-109
SECTOR 7 Producción I	132,40	7,89	1.855	2.016,2	92	88- 96
SECTOR 8 Producción II	127,71	7,55	1.361	1.549,5	88	83- 93
SECTOR 9 Sector servicios	128,78	7,40	6.889	7.599,1	91	89- 93

¹ Tasas ajustadas por edad (edades 25-79) utilizando la población estándar Europea.

² SIR utilizando como estándar las tasas específicas por edad y periodo para toda la cohorte.

Debido a la diferente distribución del riesgo entre los sectores ocupacionales, el normograma presentado en la figura 6 está calculado incluyendo en el modelo bayesiano el sector ocupacional como variable explicativa. Sólo tres ocupaciones aparecen destacadas en el cuadrante superior derecho y curiosamente estas tres ocupaciones comparten los dos primeros dígitos, lo que implica que se trata de códigos incluidos en el mismo subgrupo profesional. Estas tres ocupaciones son las siguientes: la 653 ("operadoras de teléfonos"), la 654 ("telefonistas de oficinas") y en menor grado la 655 ("operadoras de telégrafo y radio").

Figura 6. Cáncer de mama en mujeres. Normograma de la distribución de riesgo por ocupación ajustado por sectores ocupacionales



De las 270 ocupaciones referidas por las trabajadoras de la cohorte en 1970, 143 estaban desempeñadas por al menos 200 mujeres y tenían un mínimo de 10 casos observados durante el estudio. Las 60 ocupaciones que presentaron una razón estandarizada de incidencia (SIR) igual o superior a 110 aparecen en la tabla 4. La mitad de ellas corresponden a profesionales y técnicas (sector ocupacional 0).

En la tabla 5 se muestran los riesgos relativos (RR) ajustados por área geográfica y por tamaño municipal tomando como referencia la cohorte general (las columnas de la izquierda). Los RR son más bajos que los correspondientes SIR, debido al efecto confusor de las variables introducidas en el modelo. Las columnas de la derecha muestran los RR tomando como referencia únicamente otras ocupaciones dentro del mismo sector profesional (comparaciones intrasector). Dadas las importantes diferencias entre los grandes sectores profesionales, derivadas en gran medida de la gran asociación entre la incidencia del cáncer de mama femenino y la clase social, tiene mayor interés dirigir la atención a las comparaciones intrasector (columnas de la derecha).

Tabla 4. *Cáncer de mama por ocupaciones con un SIR ≥ 110 en mujeres. Tasas ajustadas por 100.000 habitantes, riesgo acumulado (en %), número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza*

Ocupación	Tasa ¹ ajustada	Riesgo acmdo.	Obs.	Esp.	SIR ²	IC 95%
002 Ingenieras electrónica y telecom.	204	9,9	18	12	149	88-236
003 Ingenieras mecánicas	171	8,6	20	15	135	82-208
006 Ingenieras no especializadas	163	9,1	25	22	114	74-169
008 Técnicas y similares	166	7,8	109	90	121	99-145
011 Químicas	193	9,4	25	16	152	99-225
014 Técnicas y auxiliares de laboratorio	159	8,1	114	98	116	96-140
031 Médicas y cirujanas	216	11,8	59	40	147	112-190
032 Dentistas	201	11,0	52	37	140	105-184
040 Diplomadas en enfermería	172	9,9	754	643	117	109-126
041 Comadronas	178	9,7	47	37	128	94-170
045 Técnicas sanitarias	173	9,6	122	99	123	102-147
046 Farmacéuticas	234	13,2	83	55	150	120-186
047 Fisioterapeutas, terapia ocupacional ...	160	8,1	159	136	117	99-136
050 Rectoras, directoras de centros	178	10,1	21	17	122	75-186
051 Prof. universidad y escuela superior	182	9,6	46	34	137	100-183
052 Profesoras de nivel medio	188	10,5	409	315	130	118-143
053 Maestras	190	10,6	827	651	127	119-136
054 Profesoras pintura, música, gimnasia ..	168	9,5	292	249	117	104-132
055 Profesoras de formación profesional ...	193	11,0	131	100	131	110-156
056 Profesoras de pre-escolar	170	9,2	154	133	116	99-136
058 Otras trabajadoras de la educación	188	9,9	45	34	134	98-179
068 Otras trabajadoras religiosas	224	11,3	22	15	149	94-226
081 Escultora, pintora, fotógrafa comerc. ...	172	9,2	35	29	122	85-170
085 Periodistas, editoras	169	8,3	70	57	122	95-154
086 Actrices y similares	272	18,8	32	20	157	107-222
088 Otro trabajo literario y artístico	180	8,3	15	10	150	84-247
091 Contables, auditoras e interventoras ...	196	10,3	19	14	132	80-207

¹ Tasas ajustadas por edad (edades 25-79) utilizando la población estándar Europea.

² SIR utilizando como estándar las tasas específicas por edad y periodo para toda la cohorte.

Tabla 4. Cáncer de mama por ocupaciones con un SIR ≥ 110 en mujeres.
Tasas ajustadas por 100.000 habitantes, riesgo acumulado (en %), número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza (continuación)

Ocupación	Tasa ¹ ajustada	Riesgo acmdo.	Obs.	Esp.	SIR ²	IC 95%
092 Trabajadoras sociales	178	9,8	281	226	124	110-140
093 Bibliotecarias, archiveras, museos	172	8,4	144	118	122	103-144
096 Jefas de personal	183	9,2	97	71	137	111-167
097 Analistas de sistemas, programadoras	196	9,1	24	13	179	115-267
098 Otras profesionales y técnicas	198	12,2	43	33	129	93-174
101 Altos cargos gobierno administración	200	10,7	165	116	142	122-166
118 Otras directivas	172	9,9	216	178	121	106-138
201 Contables y cajeras de oficinas	165	9,0	1.084	929	117	110-124
203 Cajeras de bancos	194	11,7	97	79	122	99-149
290 Secretarias, tipistas y similares	176	9,8	1.416	1.172	121	115-127
291 Operadoras de ordenador	165	8,6	174	153	114	98-132
293 Empleadas de agencias de viajes	192	9,1	23	16	143	91-215
294 Agentes de transporte marítimo	141	5,6	10	9	118	56-217
295 Administradoras de fincas e inmuebles	156	8,8	40	35	114	81-155
296 Trabajadoras de seguros	182	9,2	135	100	135	113-160
297 Empleadas oficinas seguros públicos ..	197	12,3	87	71	123	98-151
298 Agentes de compras	249	17,7	26	18	147	96-215
299 Trabajo de oficina no especificado	161	9,2	2.517	2.268	111	107-115
313 Publicistas	179	8,2	29	20	143	96-205
418 Otro trabajo agricultura y ganadería ...	162	7,5	10	8	129	62-237
653 Operadoras de teléfonos	217	14,3	157	123	128	109-150
654 Telefonistas de oficinas	164	9,0	347	303	115	103-127
655 Operadoras de tlégrafo y radio	193	9,4	43	29	147	106-197
713 Sombrereras	178	9,6	38	32	121	85-165
757 Galvanizadora, recubridora de metal ..	376	23,1	12	6	204	105-356
779 Trabajo de la madera no especificado ..	186	12,6	15	12	126	70-207
808 Otro trabajo de imprenta	177	11,4	26	23	116	76-170
814 Decoradora vidrio cerámica porcelana.	187	9,3	10	8	131	63-242
851 Trabajadoras de productos de caucho ..	170	11,5	44	39	113	82-152
854 Trabajadoras laboratorios fotografía ...	168	8,8	25	21	118	76-174
917 Azafatas y personal de vuelo	159	7,0	22	19	115	72-175
941 Peluqueras, esteticistas	158	8,7	284	258	110	98-124
946 Fotógrafas	187	13,0	20	17	120	74-186

¹ Tasas ajustadas por edad (edades 25-79) utilizando la población estándar Europea.

² SIR utilizando como estándar las tasas específicas por edad y periodo para toda la cohorte.

Tabla 5. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgos relativos (RR) y sus intervalos de confianza tomando como referencia la cohorte general (izquierda) o el sector ocupacional (derecha)

Código ocupación	Comparación general		Comparación intra-sector	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
SECTOR 0: PROFESIONALES Y TÉCNICAS	1,15	1,12-1,18	1,00	
002 Ingenieras electrónica y telecom.	1,40	0,88-2,23	1,28	0,81-2,03
003 Ingenieras mecánicas	1,29	0,83-1,99	1,18	0,75-1,80
006 Ingenieras no especializadas	1,11	0,75-1,64	1,00	0,67-1,48
008 Técnicas y similares	1,16	0,96-1,40	1,05	0,87-1,27
011 Químicas	1,42	0,96-2,11	1,30	0,87-1,92
014 Técnicas y auxiliares de laboratorio	1,14	0,95-1,37	1,02	0,85-1,23
031 Médicas y cirujanas	1,39	1,08-1,80	1,27	0,98-1,64
032 Dentistas	1,35	1,03-1,77	1,22	0,93-1,60
040 Diplomadas en enfermería	1,17	1,09-1,26	1,05	0,97-1,13
041 Comadronas	1,30	0,98-1,73	1,16	0,87-1,55
045 Técnicas sanitarias	1,19	1,00-1,42	1,08	0,90-1,29
046 Farmacéuticas	1,47	1,18-1,82	1,32	1,07-1,64
047 Fisioterapeutas, terapia ocupacional ...	1,16	0,99-1,36	1,04	0,89-1,22
050 Rectoras, directoras de centros	1,19	0,77-1,82	1,07	0,70-1,65
051 Prof. universidad y escuela superior	1,29	0,97-1,72	1,18	0,88-1,57
052 Profesoras de nivel medio	1,28	1,16-1,41	1,16	1,05-1,28
053 Maestras	1,30	1,22-1,40	1,18	1,09-1,27
054 Profesoras pintura, música, gimnasia ..	1,18	1,05-1,32	1,05	0,94-1,19
055 Profesoras de formación profesional ...	1,31	1,10-1,55	1,17	0,99-1,39
056 Profesoras de pre-escolar	1,13	0,97-1,33	1,02	0,87-1,19
058 Otras trabajadoras de la educación	1,31	0,98-1,76	1,18	0,88-1,58
068 Otras trabajadoras religiosas	1,47	0,97-2,24	1,33	0,88-2,02
081 Escultora, pintora, fotógrafa comerc. ...	1,15	0,83-1,61	1,04	0,75-1,45
085 Periodistas, editoras	1,14	0,90-1,44	1,04	0,82-1,32
086 Actrices y similares	1,45	1,02-2,05	1,32	0,93-1,87
088 Otro trabajo literario y artístico	1,35	0,81-2,24	1,24	0,75-2,07
091 Contables, auditoras e interventoras ...	1,25	0,80-1,95	1,14	0,72-1,78
092 Trabajadoras sociales	1,23	1,10-1,39	1,11	0,98-1,25
093 Bibliotecarias, archiveras, museos	1,18	1,00-1,39	1,07	0,90-1,26
096 Jefas de personal	1,30	1,06-1,59	1,18	0,97-1,44
097 Analistas de sistemas, programadoras	1,65	1,11-2,46	1,51	1,01-2,26
098 Otras profesionales y técnicas	1,22	0,91-1,65	1,11	0,82-1,50
SECTOR 1: DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN ...	1,20	1,09-1,33	1,00	
101 Altos cargos gobierno administración ..	1,34	1,15-1,56	1,21	0,99-1,48
118 Otras directivas	1,16	1,02-1,33	0,93	0,76-1,13
SECTOR 2: CONTABLES Y OFICINISTAS	1,12	1,09-1,15	1,00	
201 Contables y cajeras de oficinas	1,13	1,06-1,20	1,04	0,97-1,11
203 Cajeras de bancos	1,22	1,00-1,50	1,12	0,92-1,37
290 Secretarias, tipistas y similares	1,15	1,09-1,21	1,06	0,99-1,12
291 Operadoras de ordenador	1,08	0,93-1,25	0,99	0,85-1,15
293 Empleadas de agencias de viajes	1,33	0,88-1,99	1,21	0,81-1,83
294 Agentes de transporte marítimo	1,12	0,60-2,08	1,03	0,55-1,91
295 Administradoras de fincas e inmuebles	1,09	0,80-1,48	1,00	0,73-1,36

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, período, área geográfica y tamaño municipal.

Tabla 5. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgos relativos (RR) y sus intervalos de confianza tomando como referencia
la cohorte general (izquierda) o el sector ocupacional (derecha)
(continuación)

Código ocupación	Comparación general		Comparación intra-sector	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
296 Trabajadoras de seguros	1,24	1,04-1,46	1,13	0,95-1,34
297 Empleadas oficinas seguros públicos ..	1,20	0,97-1,48	1,10	0,89-1,36
298 Agentes de compras	1,39	0,94-2,04	1,27	0,86-1,87
299 Trabajo de oficina no especificado.....	1,08	1,04-1,13	0,97	0,92-1,02
SECTOR 3: TRABAJO DE VENTAS	0,94	0,91-0,97	1,00	
313 Publicistas	1,32	0,92-1,91	1,42	0,97-2,05
SECTOR 4: AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA	0,88	0,82-0,93	1,00	
418 Otro trabajo agricultura y ganadería ...	1,29	0,69-2,40	1,37	0,73-2,60
SECTOR 5: MINERÍA Y CANTERÍA	1,14	0,43-3,04	1,00	
SECTOR 6: TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	1,02	0,96-1,08	1,00	
653 Operadoras de teléfonos	1,27	1,08-1,48	1,31	1,11-1,56
654 Telefonistas de oficinas	1,10	0,99-1,22	1,15	1,01-1,31
655 Operadoras de telégrafo y radio	1,40	1,04-1,88	1,41	1,04-1,92
SECTOR 7: PRODUCCIÓN I	0,95	0,90-0,99	1,00	
713 Sombrereras	1,19	0,86-1,63	1,27	0,92-1,76
757 Galvanizadora, recubridora de metal ..	2,02	1,15-3,56	2,14	1,21-3,77
779 Trabajo de la madera no especificado ..	1,40	0,84-2,32	1,44	0,87-2,40
SECTOR 8: PRODUCCIÓN II	0,87	0,83-0,92	1,00	
808 Otro trabajo de imprenta	1,09	0,74-1,60	1,24	0,84-1,83
814 Decoradora vidrio cerámica porcelana	1,35	0,72-2,50	1,50	0,80-2,80
851 Trabajadoras de productos de caucho..	1,08	0,80-1,45	1,14	0,84-1,56
854 Trabajadoras laboratorios fotografía ...	1,12	0,76-1,66	1,29	0,87-1,92
SECTOR 9: SECTOR SERVICIOS	0,89	0,86-0,91	1,00	
917 Azafatas y personal de vuelo	1,12	0,74-1,70	1,24	0,82-1,89
941 Peluqueras, esteticistas	1,09	0,97-1,23	1,21	1,08-1,37
946 Fotógrafas	1,17	0,75-1,81	1,30	0,84-2,01

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, período, área geográfica y tamaño municipal.

Comparadas con otras ocupaciones de su mismo sector, muchas de las ocupaciones con RR altos entre los sectores de profesionales y técnicas, directivas y administradoras, contables y oficinistas, dejan de ser relevantes, y bastantes de ellas pierden la significación estadística. En este análisis apare-

cen como profesiones de alto riesgo las farmacéuticas, profesoras de nivel medio, maestras, analistas de sistemas y programadoras, operadoras de teléfonos, telefonistas de oficinas, operadoras de telégrafo y radio, galvanizadoras y recubridoras de metales y peluqueras y esteticistas. Otro importante número de ocupaciones presentan Riesgos Relativos altos (mayores de 1,20) muy cercanos a la significación estadística: médicas y cirujanas, dentistas, actrices y similares, altos cargos del gobierno y la administración, publicistas y sombrereras. En la comparación intrasector, algunas ocupaciones ya no muestran un RR igual o superior a 1,10, por lo que no son consideradas en posteriores análisis.

Cuando se toman en consideración para cada categoría profesional únicamente aquellas mujeres que refirieron dicha ocupación en los dos censos (tabla 6), destacan por su exceso de riesgo significativo las médicas y cirujanas, las enfermeras, las farmacéuticas, las profesoras de nivel medio, las maestras, otras trabajadoras religiosas, las trabajadoras sociales, las contables y cajeras de oficinas, las agentes de compras, las operadoras de teléfono, las telefonistas de oficinas, las operadoras de telégrafo y radio y las peluqueras. En algunas de las profesiones dicho análisis no es valorable dado que la ocupación no existía en 1960 (es el caso de las analistas de sistemas y programadoras) o el escaso número de mujeres que refieren dicha ocupación en ambos censos, lo que se refleja en un número de casos esperados menor de 1. Al considerar como categoría de menor exposición las mujeres expuestas en 1970 pero no en 1960, se evidencia un gradiente dosis respuesta positivo en las médicas y cirujanas, las farmacéuticas, las profesoras de nivel medio, las maestras, las trabajadoras sociales, las operadoras de teléfono, las telefonistas de oficinas y las operadoras de telégrafo y radio.

Debido a las posibles diferencias epidemiológicas entre los tumores de mama en mujeres premenopáusicas y postmenopáusicas, se llevó a cabo un último análisis de forma independiente en mujeres menores de 50 años y mujeres de 50 y más años para las mismas ocupaciones mostradas en las tablas anteriores. También en este caso el grupo de referencia lo constituyen el resto de ocupaciones en la misma categoría profesional (comparación intrasector). Los resultados aparecen en la tabla 7. El exceso de incidencia de las ocupaciones más comentadas en las tablas anteriores se concentra principalmente en el grupo de mujeres postmenopáusicas (médicas y cirujanas, farmacéuticas, profesoras, actrices, trabajadoras sociales, operadoras de teléfono, telefonistas de oficinas, operadoras de telégrafo y radio y galvanizadoras). En el grupo etario más joven, sólo las profesiones de ingeniera mecánica, analista de sistemas y programadora, publicista y peluquera muestran riesgos relativos elevados y estadísticamente significativos, y casi significativos en el caso de las profesoras de universidad y escuelas superiores, las profesoras de nivel medio y las telefonistas de oficinas. La única profesión que muestra un exceso de incidencia en ambos grupos de mujeres (pre y postmenopáusicas) son las peluqueras.

Tabla 6. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres. Riesgo Relativo en las expuestas en 1970 y no en 1960 y en las que refirieron dicha ocupación en ambos censos. Significación estadística de la relación dosis-respuesta

Código ocupación ¹	Expuestas sólo en 1970				Expuestas en 1960 y 1970				p ²
	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	
002 Ingenieras electrónicas y telecom.	17	11,5	1,27	0,79-2,04	1	0,6	1,50	0,21-10,65	0,29
003 Ingenieras mecánicas	19	13,9	1,18	0,75-1,85	1	0,9	0,90	0,13- 6,39	0,56
011 Químicas	20	12,5	1,37	0,88-2,12	5	3,9	1,07	0,45- 2,58	0,30
031 Médicas y cirujanas	20	18,4	0,93	0,60-1,45	39	21,7	1,55	1,13- 2,12	0,02
032 Dentistas	16	11,8	1,19	0,73-1,94	36	25,3	1,23	0,89- 1,71	0,17
041 Diplomadas en enfermería	21	16,6	1,14	0,74-1,75	26	20,2	1,18	0,80- 1,73	0,32
046 Farmacéuticas	36	26,8	1,19	0,86-1,65	47	28,5	1,45	1,09- 1,93	0,01
051 Prof. universidad y escuela superior	43	30,9	1,19	0,88-1,61	3	2,6	0,96	0,31- 2,99	0,34
052 Profesoras de nivel medio	267	211,8	1,13	1,00-1,28	142	103,0	1,22	1,03- 1,44	<0,01
053 Maestras	264	234,5	1,03	0,91-1,17	563	416,6	1,26	1,15- 1,37	<0,01
055 Profesoras de formación profesional	111	82,6	1,20	1,00-1,45	20	17,3	1,03	0,66- 1,60	0,13
058 Otras trabajadoras de la educación	45	32,9	1,21	0,90-1,62	0	0,8	0,00		
068 Otras trabajadoras religiosas	11	10,0	0,97	0,54-1,76	11	4,8	2,09	1,16- 3,78	0,05
086 Actrices y similares	19	11,4	1,41	0,90-2,21	13	9,0	1,21	0,70- 2,09	0,19
088 Otro trabajo literario y artístico	14	8,5	1,36	0,80-2,30	1	1,5	0,56	0,08- 4,01	0,61
091 Contables, auditoras e interventoras	17	12,9	1,14	0,71-1,83	2	1,5	1,13	0,28- 4,51	0,60
092 Trabajadoras sociales	196	168,2	1,04	0,90-1,20	85	58,3	1,31	1,06- 1,63	0,03
096 Jefas de personal ³	97	71,1	1,18	0,97-1,44	0	—			
097 Analistas de sistemas, programadoras ³	24	13,4	1,51	1,01-2,26	0	—			
098 Otras profesionales y técnicas	41	31,5	1,12	0,82-1,52	2	1,9	0,89	0,22- 3,56	0,56
101 Altos cargos gobierno administración	146	101,8	1,22	0,99-1,50	19	14,0	1,15	0,72- 1,84	0,10

¹ Riesgo relativo ajustado por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras Ocupaciones en el mismo sector.

² Valor p del test de tendencia lineal entre las categorías de exposición.

³ Esta ocupación no existía en la clasificación de 1960.

Tabla 6. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres. Riesgo Relativo en las expuestas en 1970 y no en 1960 y en las que refirieron dicha ocupación en ambos censos. Significación estadística de la relación dosis-respuesta (continuación)

Código ocupación ¹	Expuestas sólo en 1970				Expuestas en 1960 y 1970				p ²
	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	
203 Cajeras de bancos.....	71	63,8	1,02	0,81-1,30	26	15,7	1,52	1,04- 2,24	0,10
293 Empleadas de agencias de viajes	18	11,9	1,29	0,81-2,05	5	4,2	0,99	0,41- 2,39	0,49
296 Trabajadoras de seguros	81	62,0	1,10	0,88-1,37	54	37,8	1,17	0,89- 1,53	0,16
297 Empleadas oficinas seguros públicos	66	58,1	1,02	0,80-1,30	21	12,9	1,49	0,97- 2,29	0,17
298 Agentes de compras	16	14,1	0,99	0,60-1,61	10	3,6	2,35	1,26- 4,37	0,05
313 Publicistas	28	18,3	1,53	1,05-2,22	1	2,0	0,48	0,07- 3,44	0,15
418 Otro trabajo agricultura y ganadería	7	6,5	1,15	0,54-2,45	3	1,3	2,49	0,80- 7,76	0,18
653 Operadoras de teléfonos	27	27,7	1,00	0,68-1,47	130	95,0	1,41	1,17- 1,70	<0,01
654 Telefonistas de oficinas	234	217,9	1,08	0,93-1,25	113	85,1	1,32	1,08- 1,62	0,01
655 Operadoras de telégrafo y radio	18	16,5	1,05	0,66-1,68	25	12,8	1,87	1,26- 2,79	0,01
713 Sombrereras	18	15,5	1,23	0,78-1,97	20	16,0	1,31	0,84- 2,04	0,15
757 Galvanizadora, recubridora de metal	11	5,5	2,11	1,17-3,83	1	0,4	2,38	0,34-16,93	0,01
779 Trabajo de la madera no especificado	15	11,4	1,51	0,91-2,52	0	0,6	0,00		
808 Otro trabajo de imprenta	23	20,2	1,22	0,81-1,85	3	2,3	1,40	0,45- 4,36	0,27
814 Decoradora vidrio cerámica porcelana	7	4,9	1,64	0,78-3,45	3	2,7	1,25	0,40- 3,90	0,30
851 Trabajadoras de productos de caucho	31	27,4	1,17	0,81-1,68	13	11,5	1,09	0,63- 1,90	0,47
854 Trabajadoras laboratorios fotografía	20	17,2	1,28	0,82-2,00	5	4,1	1,32	0,55- 3,17	0,28
917 Azafatas y personal de vuelo	21	17,6	1,29	0,84-1,98	1	1,5	0,70	0,10- 5,01	0,41
941 Peluqueras, esteticistas	85	85,6	1,09	0,88-1,35	199	172,2	1,27	1,11- 1,47	<0,01
946 Fotógrafas	12	9,8	1,31	0,74-2,31	8	6,8	1,28	0,64- 2,56	0,28

RESULTADOS

¹ Riesgo relativo ajustado por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras Ocupaciones en el mismo sector.

² Valor p del test de tendencia lineal entre las categorías de exposición.

Tabla 7. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgos relativos (RR) con intervalos de confianza en mujeres premenopáusicas
(edad 25-49) y postmenopáusicas (edad 50-79)

Ocupación	Obs.	Edad 25-49		Obs.	Edad 50-79	
		RR ¹	IC 95%		RR ¹	IC 95%
002 Ingenieras electrónicas y telecom.	8	1,25	0,63-2,51	10	1,30	0,69-2,42
003 Ingenieras mecánicas	14	1,85	1,09-3,12	6	0,62	0,28-1,38
011 Químicas	14	1,36	0,80-2,30	11	1,22	0,68-2,21
031 Médicas y cirujanas	17	0,98	0,61-1,58	42	1,43	1,06-1,94
032 Dentistas	18	1,25	0,78-1,98	34	1,20	0,86-1,68
041 Diplomadas en enfermería	15	1,17	0,70-1,94	32	1,16	0,82-1,64
046 Farmacéuticas	36	1,24	0,89-1,73	47	1,39	1,04-1,86
051 Prof. universidad y escuela superior	27	1,39	0,95-2,04	19	0,96	0,61-1,51
052 Profesoras de nivel medio	173	1,17	1,00-1,37	236	1,15	1,01-1,31
053 Maestras	337	1,07	0,95-1,20	490	1,26	1,15-1,39
055 Profesoras de formación profesional ...	34	0,97	0,69-1,37	97	1,26	1,03-1,54
058 Otras trabajadoras de la educación	11	1,04	0,57-1,87	34	1,24	0,88-1,73
068 Otras trabajadoras religiosas	6	1,60	0,72-3,57	16	1,25	0,77-2,05
086 Actrices y similares	9	0,91	0,47-1,76	23	1,59	1,06-2,40
088 Otro trabajo literario y artístico	8	1,40	0,70-2,81	7	1,10	0,52-2,30
091 Contables, auditoras e interventoras ...	5	0,81	0,34-1,94	14	1,33	0,79-2,24
092 Trabajadoras sociales	77	0,92	0,73-1,15	204	1,20	1,04-1,38
096 Jefas de personal	27	1,20	0,82-1,76	70	1,17	0,93-1,49
097 Analistas de sistemas, programadoras	18	1,85	1,16-2,95	6	0,98	0,44-2,18
098 Otras profesionales y técnicas	9	0,80	0,41-1,54	34	1,23	0,88-1,73
101 Altos cargos gobierno administración .	40	1,25	0,83-1,91	125	1,20	0,95-1,51
203 Cajeras de bancos	31	0,99	0,70-1,42	66	1,20	0,94-1,53
293 Empleadas de agencias de viajes	11	1,19	0,66-2,15	12	1,26	0,71-2,21
296 Trabajadoras de seguros	35	1,13	0,81-1,58	100	1,13	0,92-1,38
297 Empleadas oficinas seguros públicos ..	29	0,95	0,66-1,37	58	1,22	0,94-1,58
298 Agentes de compras	6	1,09	0,49-2,43	20	1,33	0,86-2,07
313 Publicistas	14	1,77	1,04-3,02	15	1,22	0,73-2,03
418 Otro trabajo agricultura y ganadería ...	3	0,85	0,26-2,77	7	1,64	0,76-3,51
653 Operadoras de teléfonos	37	1,25	0,88-1,77	120	1,34	1,10-1,64
654 Telefonistas de oficinas	103	1,16	0,91-1,47	244	1,14	0,98-1,33
655 Operadoras de telégrafo y radio	13	1,20	0,68-2,09	30	1,54	1,07-2,22
713 Sombrereras	5	1,46	0,60-3,53	33	1,23	0,87-1,74
757 Galvanizadoras, recubridoras de metal .	2	2,22	0,55-8,94	10	2,13	1,14-3,96
779 Trabajo de la madera no especificad ...	2	1,12	0,28-4,51	13	1,50	0,87-2,60
808 Otro trabajo de imprenta	5	1,00	0,41-2,44	21	1,33	0,86-2,05
814 Decoradora vidrio cerámica porcelana	3	1,98	0,63-6,19	7	1,36	0,65-2,86
851 Trabajadoras de productos de caucho ..	5	0,66	0,27-1,63	39	1,28	0,92-1,78
854 Trabajadoras laboratorios fotografía ...	9	1,73	0,89-3,38	16	1,14	0,70-1,88
917 Azafatas y personal de vuelo	9	1,12	0,58-2,17	13	1,34	0,78-2,31
941 Peluqueras, esteticistas	105	1,26	1,04-1,55	179	1,20	1,04-1,40
946 Fotógrafas	4	1,02	0,38-2,72	16	1,39	0,85-2,28

¹ Riesgo relativo ajustado por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal.
Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

En la tabla 8 se presenta los Riesgos Relativos para los cuatro periodos de estudio en las ocupaciones consideradas en las tablas anteriores. Al estratificar el análisis por periodo, la fluctuación estadística es mucho mayor, por lo que los intervalos de confianza aumentan. Sólo tres profesiones mostraron una tendencia en el tiempo estadísticamente significativa. En el caso de las farmacéuticas se detecta una tendencia creciente debido a que en esta profesión el riesgo se concentra en el último periodo (RR 1,88 basado en 38 casos). Por el contrario, el riesgo ha disminuido en el tiempo para las telefonistas de oficinas y para las peluqueras y las esteticistas. En el caso de las telefonistas de oficinas, el único periodo de claro exceso de riesgo corresponde al primer quinquenio del estudio (RR 1,62). Esta tendencia no se corrobora en las ocupaciones relacionadas (operadoras de teléfonos y operadoras de telégrafo y radio). Para las peluqueras y esteticistas el mayor exceso de incidencia se produce también en el primer quinquenio (RR 1,73), y disminuye en sucesivos periodos. En la interpretación de estos resultados hay que tener en cuenta que, al estar estudiando una “cohorte fija o cerrada”, los grupos de edad considerados en cada periodo no son los mismos (envejecimiento de la población). En los últimos periodos estarían incluidos mayor proporción de tumores postmenopáusicos. En un intento de esclarecer a qué grupo etario se deben las tendencias observadas en esas tres ocupaciones, hemos calculado los riesgos relativos correspondientes para los periodos 1971-1980 y 1981-1989 de forma separada en mujeres menores y mayores de 50 años (tabla 9). A pesar de la inestabilidad de los estimadores, en la tabla se observa que las tendencias comentadas para las tres profesiones se deben únicamente a cambios en el riesgo en mujeres postmenopáusicas.

La tabla 10 muestra los intervalos de confianza de los estimadores del riesgo para la cohorte general y para la subcohorte expuesta en ambos censos (1960 y 1970), considerando la fluctuación aleatoria de dichos valores proporcionada por la regresión de Poisson y por el cálculo de la varianza por métodos robustos. Ambos resultados son muy similares, lo que apoya la validez de los intervalos de confianza expuestos en las tablas anteriores.

Tabla 8. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres. Número de casos observados y Riesgo Relativo por periodo de estudio. Significación estadística de la evolución del riesgo en el tiempo

Código ocupación ¹	1981-1975			1976-1980			1981-1985			1986-1989			p ²
	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	
002 Ingenieras electrónicas y telecom.	0	0,00	—	6	1,87	0,84-4,16	7	1,72	0,82-3,62	5	1,10	0,46-2,65	0,528
003 Ingenieras mecánicas	6	2,23	1,00- 4,98	1	0,26	0,04-1,84	4	0,79	0,30-2,11	9	1,60	0,83-3,07	0,977
011 Químicas	3	1,12	0,36- 3,48	6	1,46	0,65-3,25	8	1,42	0,71-2,85	8	1,17	0,59-2,35	0,895
031 Médicas y cirujanas	11	1,40	0,77- 2,53	13	1,18	0,68-2,03	15	1,12	0,67-1,86	20	1,40	0,90-2,18	0,923
032 Dentistas	7	0,94	0,45- 1,98	6	0,59	0,27-1,32	27	2,22	1,52-3,24	12	0,92	0,52-1,62	0,421
041 Diplomadas en enfermería	135	0,72	0,30- 1,72	178	1,06	0,57-1,97	192	1,53	0,96-2,44	248	1,13	0,67-1,92	0,348
046 Farmacéuticas.....	10	1,04	0,56- 1,94	16	1,12	0,69-1,84	19	1,03	0,65-1,61	38	1,88	1,37-2,60	0,047
051 Prof. universidad y escuela superior.....	4	0,71	0,27- 1,90	10	1,17	0,63-2,17	16	1,40	0,85-2,29	16	1,20	0,73-1,96	0,422
052 Profesoras de nivel medio	64	1,14	0,88- 1,46	97	1,19	0,97-1,46	130	1,26	1,06-1,51	118	1,05	0,87-1,27	0,561
053 Maestras	118	1,08	0,89- 1,31	209	1,29	1,12-1,49	234	1,12	0,97-1,28	266	1,20	1,05-1,36	0,754
055 Profesoras de formación profesional	22	1,10	0,72- 1,68	35	1,31	0,94-1,83	38	1,18	0,86-1,63	36	1,09	0,78-1,52	0,754
058 Otras trabajadoras de la educación	7	1,01	0,48- 2,13	14	1,54	0,91-2,61	14	1,29	0,76-2,18	10	0,88	0,47-1,65	0,541
068 Otras trabajadoras religiosas	7	2,22	1,06- 4,67	5	1,24	0,52-2,98	4	0,85	0,32-2,28	6	1,27	0,57-2,84	0,277
086 Actrices y similares	6	1,46	0,66- 3,27	6	1,04	0,47-2,32	7	1,01	0,48-2,13	13	1,74	1,01-3,01	0,581
088 Otro trabajo literario y artístico	1	0,53	0,07- 3,78	8	2,88	1,43-5,79	4	1,15	0,43-3,08	2	0,51	0,13-2,06	0,233
091 Contables, auditoras e interventoras	2	0,70	0,18- 2,81	7	1,81	0,86-3,80	2	0,42	0,10-1,67	8	1,53	0,76-3,07	0,700
092 Trabajadoras sociales	45	1,03	0,76- 1,38	62	1,03	0,80-1,32	73	1,00	0,79-1,26	101	1,33	1,08-1,62	0,122
096 Jefas de personal	21	1,36	0,88- 2,10	24	1,21	0,81-1,81	24	1,04	0,69-1,55	28	1,17	0,81-1,71	0,501
097 Analistas de sistemas, programadoras ³ ..	3	1,52	0,49- 4,72	5	1,50	0,62-3,60	8	1,69	0,84-3,39	8	1,40	0,70-2,80	0,861
098 Otras profesionales y técnicas	10	1,41	0,75- 2,62	8	0,85	0,42-1,70	13	1,19	0,69-2,05	12	1,06	0,60-1,86	0,702
101 Altos cargos gobierno administración	38	1,20	0,79- 1,81	40	1,42	0,93-2,16	49	1,19	0,82-1,72	38	1,08	0,72-1,63	0,523
203 Cajeras de bancos	10	0,75	0,40- 1,41	25	1,25	0,84-1,87	27	1,09	0,74-1,59	35	1,24	0,89-1,73	0,254
293 Empleadas de agencias de viajes	5	1,89	0,78- 4,54	5	1,23	0,51-2,95	4	0,69	0,26-1,84	9	1,41	0,73-2,72	0,600
296 Trabajadoras de seguros	23	1,04	0,69- 1,58	31	1,10	0,77-1,57	37	1,05	0,76-1,46	44	1,27	0,94-1,72	0,617
297 Empleadas oficinas seguros públicos	12	1,00	0,57- 1,77	21	1,18	0,76-1,81	23	0,99	0,66-1,50	31	1,19	0,84-1,70	0,679
298 Agentes de compras	1	0,27	0,04- 1,95	4	0,82	0,31-2,20	10	1,70	0,91-3,17	11	1,81	1,00-3,27	0,026

¹ Riesgo relativo ajustado por edad área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

² Valor p del test de tendencia lineal entre los distintos periodos.

Tabla 8. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres. Número de casos observados y Riesgo Relativo por periodo de estudio. Significación estadística de la evolución del riesgo en el tiempo (continuación)

Código ocupación ¹	1981-1975			1976-1980			1981-1985			1986-1989			p ²
	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	Obs.	RR ¹	IC 95%	
313 Publicistas	6	1,82	0,81- 4,07	7	1,42	0,67-2,99	9	1,56	0,81-3,02	7	1,11	0,53-2,34	0,408
418 Otro trabajo ,agricultura y ganadería	1	0,96	0,13- 7,05	0	0,00	—	7	3,39	1,53-7,47	2	0,70	0,17-2,87	0,493
653 Operadoras de teléfonos	25	1,07	0,69- 1,64	45	1,57	1,13-2,18	50	1,28	0,94-1,74	37	1,29	0,91-1,84	0,972
654 Telefonistas de oficinas	79	1,62	1,20- 2,19	81	1,04	0,80-1,36	115	1,11	0,88-1,39	78	1,02	0,78-1,33	0,037
655 Operadoras de telégrafo y radio	4	0,80	0,30- 2,16	7	0,95	0,45-2,02	20	1,90	1,21-3,00	12	1,59	0,89-2,84	0,170
713 Sombrereras	7	1,37	0,65- 2,90	6	0,84	0,37-1,88	15	1,69	1,01-2,83	10	1,14	0,61-2,14	0,872
757 Galvanizadoras, recubridoras de metal ..	5	5,20	2,14-12,59	0	0,00	—	1	0,59	0,08-4,22	6	3,60	0,61-8,06	0,844
779 Trabajo de la madera no especificado	3	1,76	0,56- 5,51	5	2,09	0,86-5,06	3	1,01	0,32-3,16	4	1,20	0,45-3,22	0,474
808 Otro trabajo de imprenta	3	0,94	0,30- 2,95	3	0,60	0,19-1,86	12	1,89	1,06-3,37	8	1,24	0,61-2,50	0,351
814 Decoradora vidrio cerámica porcelana ..	3	2,42	0,77- 7,62	3	2,04	0,65-6,37	1	0,56	0,08-3,98	3	1,38	0,44-4,29	0,289
851 Trabajadoras de productos de caucho	10	1,49	0,77- 2,88	8	0,88	0,43-1,81	10	0,99	0,52-1,89	16	1,28	0,76-2,15	0,942
854 Trabajadoras laboratorios fotografía	6	2,10	0,93- 4,75	4	0,89	0,33-2,39	7	1,17	0,55-2,47	8	1,30	0,65-2,63	0,588
917 Azafatas y personal de vuelo	5	2,12	0,88- 5,10	2	0,51	0,13-2,03	6	1,13	0,51-2,52	9	1,47	0,76-2,83	0,991
941 Peluqueras, esteticistas	59	1,73	1,33- 2,25	62	1,14	0,89-1,47	80	1,15	0,92-1,43	82	1,07	0,85-1,33	0,014
946 Fotógrafas	4	1,55	0,58- 4,14	5	1,32	0,55-3,17	3	0,67	0,22-2,09	8	1,73	0,86-3,47	0,934

¹ Riesgo relativo ajustado por edad área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

² Valor p del test de tendencia lineal entre los distintos periodos.

Tabla 9. Riesgo Relativo en 1971-1980 y en 1981-1989 para el cáncer de mama en mujeres pre y postmenopáusicas de aquellas ocupaciones cuyo riesgo ha cambiado de forma significativa durante el periodo de estudio

Código ocupación	Edad 25-49 años							Edad 50-79 años						
	1971-1980			1981-1989			p ²	1971-1980			1981-1989			p ²
	Obs	RR ¹	IC 95%	Obs	RR ¹	IC 95%		Obs	RR ¹	IC 95%	Obs	RR ¹	IC 95%	
046 Farmacéuticas	16	1,20	0,73-1,96	20	1,29	0,83-2,01	0,831	10	0,96	0,51-1,78	37	1,60	1,15-2,21	0,169
654 Telefonistas de oficinas	65	1,17	0,86-1,59	39	1,16	0,79-1,73	0,833	89	1,32	1,01-1,72	154	1,05	0,87-1,28	0,153
941 Peluqueras, esteticistas	45	1,33	0,98-1,79	59	1,20	0,91-1,57	0,595	76	1,41	1,12-1,77	103	1,08	0,89-1,31	0,073

¹ Riesgo relativo ajustado por edad área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

² Valor p del test de tendencia entre los dos periodos.

RESULTADOS

Tabla 10. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgo Relativo en la cohorte general y en la subcohorte de trabajadoras que
refirieron dicha ocupación en ambos censos. Intervalos de Confianza calculados
mediante regresión de Poisson y mediante métodos robustos

Código ocupación	Total de la cohorte			Expuestas en 1960 y 1970			
	RR ¹	IC _P ² 95%	IC _R ³ 95%	RR ¹	IC _P ² 95%	IC _R ³ 95%	
002 Ingenieras electrónicas y telecom. ..	1,28	0,80-2,03	0,80-1,92	1,50	0,21-10,7	0,25-8,67	
003 Ingenieras mecánicas.....	1,16	0,75-1,80	0,73-1,75	0,90	0,13-6,39	0,15-5,14	
011 Químicas	1,29	0,87-1,92	0,81-2,04	1,07	0,45-2,58	0,37-3,00	
031 Médicas y cirujanas	1,27	0,98-1,64	0,98-1,56	1,55	1,13-2,12	1,12-2,06	
032 Dentistas	1,22	0,93-1,60	0,86-1,67	1,23	0,89-1,71	0,86-1,71	
041 Diplomadas en enfermería	1,16	0,87-1,55	0,88-1,47	1,18	0,80-1,73	0,81-1,64	
046 Farmacéuticas	1,32	1,07-1,64	1,01-1,67	1,45	1,09-1,93	1,06-1,91	
051 Prof. universidad escuela superior ...	1,17	0,88-1,57	0,89-1,50	0,96	0,31-2,98	0,32-2,80	
052 Profesoras de nivel medio	1,16	1,05-1,28	1,04-1,24	1,22	1,03-1,44	1,03-1,38	
053 Maestras	1,18	1,09-1,27	1,06-1,25	1,26	1,15-1,37	1,12-1,35	
055 Profesoras formación profesional	1,17	0,99-1,39	0,97-1,36	1,03	0,66-1,60	0,60-1,68	
058 Otras trabajadoras de educación	1,18	0,88-1,58	0,86-1,57	0,00	—	—	
068 Otras trabajadoras religiosas	1,33	0,88-2,02	0,84-1,99	2,10	1,16-3,79	1,14-3,66	
086 Actrices y similares	1,32	0,93-1,87	0,83-1,98	1,21	0,70-2,08	0,60-2,34	
088 Otro trabajo literario artístico	1,24	0,75-2,06	0,79-1,88	0,56	0,08-4,01	0,10-3,12	
091 Contables auditoras interventoras ..	1,14	0,72-1,78	0,71-1,72	1,13	0,28-4,51	0,30-4,01	
092 Trabajadoras sociales	1,11	0,98-1,25	0,96-1,22	1,32	1,06-1,63	1,00-1,65	
096 Jefas de personal	1,18	0,97-1,44	0,98-1,35	0,00	—	—	
097 Analista de sistemas programadora ..	1,51	1,01-2,26	0,99-2,24	0,00	—	—	
098 Otras profesionales y técnicas	1,11	0,82-1,50	0,80-1,48	0,89	0,22-3,57	0,25-3,08	
101 Altos cargos gobierno y admón.	1,21	0,99-1,48	1,00-1,52	1,15	0,72-1,84	0,77-1,75	
203 Cajeras de bancos	1,12	0,92-1,37	0,92-1,37	1,52	1,04-2,24	1,07-2,17	
293 Empleadas de agencias de viajes	1,21	0,81-1,83	0,78-1,89	0,99	0,41-2,39	0,37-2,66	
296 Trabajadoras de seguros	1,13	0,95-1,34	1,00-1,27	1,17	0,89-1,53	0,87-1,57	
297 Empleado oficinas seguros públicos	1,10	0,89-1,36	0,93-1,32	1,49	0,97-2,29	1,02-2,18	
298 Agentes de compras	1,27	0,86-1,87	0,81-2,00	2,35	1,26-4,37	1,23-4,46	
313 Publicistas	1,42	0,99-2,05	1,02-1,97	0,48	0,07-3,44	0,08-2,75	
418 Otro trabajo agricultura ganadería ..	1,37	0,72-2,59	0,70-2,72	2,48	0,79-7,74	0,83-7,43	
653 Operadoras de teléfonos	1,31	1,11-1,56	1,11-1,55	1,41	1,17-1,70	1,15-1,69	
654 Telefonistas de oficinas	1,15	1,01-1,30	0,99-1,36	1,32	1,08-1,62	1,02-1,72	
655 Operadoras de telégrafo y radio	1,41	1,04-1,92	1,05-1,95	1,87	1,26-2,79	1,22-2,83	
713 Sombrereras	1,27	0,92-1,76	0,97-1,67	1,31	0,84-2,04	0,85-2,01	
757 Galvanizadoras recubridoras metal	2,13	1,21-3,76	1,23-3,70	2,38	0,34-16,9	0,34-7,03	
779 Trabajo madera no especificado	1,44	0,87-2,40	0,97-2,16	0,00	—	—	
808 Otro trabajo de imprenta	1,24	0,84-1,83	0,83-1,85	1,40	0,45-4,36	0,49-4,11	
814 Decorado vidrio cerámica porcelana .	1,50	0,80-2,80	0,87-2,57	1,25	0,40-3,90	0,34-4,67	
851 Trabajadoras productos de caucho ..	1,14	0,84-1,56	0,85-1,54	1,09	0,63-1,90	0,68-1,77	
854 Trabajadoras lab. fotografía	1,29	0,87-1,92	0,88-1,89	1,32	0,55-3,17	0,55-3,19	
917 Azafatas y personal de vuelo	1,24	0,82-1,88	0,80-1,92	0,70	0,10-4,99	0,10-4,73	
941 Peluqueras, esteticistas	1,21	1,07-1,36	1,05-1,39	1,27	1,10-1,46	1,07-1,51	
946 Fotógrafas	1,30	0,84-2,01	0,88-1,90	1,28	0,64-2,56	0,65-2,49	

¹ RR ajustados por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal.

Referencia = otras ocupaciones del mismo sector.

² Intervalo de Confianza al 95% de la Regresión de Poisson.

³ Intervalo de Confianza al 95% calculado mediante métodos robustos.

Seguidamente se resumen las ocupaciones más consistentemente asociadas con un aumento de incidencia de cáncer de mama femenino, de acuerdo con los análisis realizados:

5.1.1.1. Ocupaciones con probable exceso de riesgo

- (031) *Médicas y cirujanas*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=147; IC 95%=112-190).
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (RR=1,39; IC 95%=1,08-1,80) y casi significativo en la comparación con otras ocupaciones del mismo sector (RR=1,27; IC 95%=0,98-1,64).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,55; IC 95%=1,13-2,12), dosis respuesta significativa ($p=0,02$)
 - El RR se detecta únicamente en mujeres postmenopáusicas (RR=1,43; IC 95%=1,06-1,94), no existiendo un exceso de riesgo en mujeres por debajo de los 50 años.
- (046) *Farmacéuticas*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=150; IC 95%=120-186).
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,47; IC 95%=1,18-1,82) como en la comparación intrasector (RR=1,32; IC 95%=1,07-1,64).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte más específicamente expuesta, es decir, en aquellas mujeres con dicha ocupación en ambos censos (RR=1,45; IC 95%=1,09-1,93). Dosis respuesta significativo ($p=0,01$).
 - El RR es significativo en las mujeres postmenopáusicas (RR=1,39; IC 95%=1,04-1,86), pero también es elevado en las mujeres más jóvenes (RR=1,24; IC 95%=0,89-1,73).
- (052) *Profesoras de nivel medio*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=130; IC 95%=118-143).
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,28; IC 95%=1,16-1,41), como en la comparación intrasector (RR=1,16; IC 95%=1,05-1,28).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,22; IC 95%=1,03-1,44), dosis respuesta significativa ($p<0,01$).

- RR elevado tanto en mujeres postmenopáusicas (RR=1,15; IC 95%=1,01-1,31) como en premenopáusicas (RR=1,17; IC 95%=1,00-1,37).
 - Otras profesiones similares presentan también un aumento de incidencia (otros tipos de profesoras).
- (053) Maestras
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=127; IC 95%=119-136).
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,28; IC 95%=1,16-1,41), como en la comparación intrasector (RR=1,30; IC 95%=1,22-1,40).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,26; IC 95%=1,15-1,37), dosis respuesta significativa ($p<0,01$)
 - RR elevado principalmente en mujeres postmenopáusicas (RR=1,26; IC 95%=1,15-1,39).
 - Otras profesiones similares presentan también un aumento de incidencia (otros tipos de profesoras).
 - (097) Analistas de sistemas, programadoras
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=179; IC 95%=115-267).
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,65; IC 95%=1,11-2,46), como en la comparación intrasector (RR=1,51; IC 95%=1,01-2,26).
 - Es la ocupación dentro del sector de profesionales con un mayor exceso de riesgo.
 - No es posible estudiar la subcohorte expuesta en 1960 y 1970 ya que en el censo de 1960 no se registraba dicha ocupación.
 - El exceso de riesgo se debe a la alta incidencia en mujeres jóvenes, menores de 50 años (RR=1,85; IC 95%=1,16-2,95).
 - (653) Operadoras de teléfonos
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=128; IC 95%=109-150).
 - Es la primera ocupación destacada en el normograma, estando las otras dos ocupaciones identificadas en esta gráfica muy relacionadas con ésta.
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,27; IC 95%=1,08-1,48), como en la comparación intrasector (RR=1,31; IC 95%=1,11-1,56).

- Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,41; IC 95%=1,17-1,70), dosis respuesta significativa ($p<0,01$).
 - RR elevado principalmente en mujeres postmenopáusicas (RR=1,34; IC 95%=1,10-1,64), pero también en premenopáusicas (RR=1,25; IC 95%=0,88-1,77).
 - Otras profesiones similares presentan también un aumento de incidencia.
- (655) *Operadoras de telégrafo y radio*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=147; IC 95%=106-197).
 - Es una de las tres ocupaciones destacadas en el normograma, estando las otras dos ocupaciones muy relacionadas con ésta.
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=1,40; IC 95%=1,04-1,88) como en la comparación intrasector (RR=1,41; IC 95%=1,04-1,92).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,87; IC 95%=1,26-2,79), dosis respuesta significativa ($p=0,01$).
 - Riesgo relativo estadísticamente significativo en mujeres mayores de 50 años (RR=1,54; IC 95%=1,07-2,22), pero también elevado en mujeres más jóvenes (RR=1,20; IC 95%=0,68-2,09).
 - Otras profesiones similares presentan también un aumento de incidencia.
 - (757) *Galvanizadoras, recubridoras de metal*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=204; IC 95%=105-356).
 - RR elevado y significativo tanto en la comparación general (RR=2,02; IC 95%=1,15-3,56) como en la comparación intrasector (RR=2,14; IC 95%=1,21-3,77).
 - Riesgo de la subcohorte no valorable (un único caso observado frente a 0,4 esperados).
 - Exceso de incidencia debido fundamentalmente a mujeres postmenopáusicas (RR=2,13; IC 95%=1,14-3,96). No obstante el riesgo podría ser alto también en premenopáusicas (RR=2,22; IC 95%=0,55-8,94).
 - (941) *Peluqueras y esteticistas*
 - RR elevado y significativo en la comparación intrasector (RR=1,21; IC 95%=1,08-1,37). En la comparación general, la menor incidencia de cáncer de mama femenino en el sector servicios supone un RR bajo.

- Exceso de riesgo confirmado por la subcohorte de trabajadoras con dicho empleo en ambos censos (RR=1,27; IC 95%=1,11-1,47). Dosis respuesta significativo ($p<0,01$).
- Riesgo relativo alto y significativo tanto en mujeres postmenopáusicas (RR=1,20; IC 95%=1,04-1,40) como en mujeres más jóvenes (RR=1,26; IC 95%=1,04-1,55).

5.1.1.2. Ocupaciones con posible exceso de riesgo

- (068) Otras trabajadoras religiosas

- SIR elevado y casi significativo (SIR=149; IC 95%=94-226).
- RR elevado y casi significativo en la cohorte general (RR=1,47; IC 95%=0,97-2,24), no significativo en la comparación con otras ocupaciones del mismo sector (RR=1,33; IC 95%=0,88-2,02).
- Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=2,09; IC 95%=1,16-3,78).
- El RR parece ser más alto en mujeres premenopáusicas (RR=1,60; IC 95%=0,72-3,57), aunque no es significativo.

- (092) Trabajadoras sociales

- SIR elevado y significativo (SIR=124; IC 95%=110-140).
- RR elevado y significativo en la cohorte general (RR=1,23; IC 95%=1,10-1,39), y casi significativo en la comparación intrasector (RR=1,11; IC 95%=0,98-1,25).
- Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en 1960 y 1970 (RR=1,31; IC 95%=1,06-1,63). Dosis respuesta significativa ($p=0,03$).
- El aumento de incidencia se produce sólo en mujeres mayores de 50 años (RR=1,20; IC 95%=1,04-1,38).

- (203) Cajeras de bancos

- SIR elevado y casi significativo (SIR=122; IC 95%=99-149).
- RR elevado y casi significativo en la cohorte general (RR=1,22; IC 95%=1,00-1,50), y en la comparación intrasector (RR=1,12; IC 95%=0,92-1,37).
- Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,52; IC 95%=1,04-2,24).
- El aumento de incidencia se produce sólo en mujeres mayores de 50 años (RR=1,20; IC 95%=0,94-1,53).

- (654) *Telefonistas de oficinas*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (SIR=115; IC 95%=103-127).
 - Es una de las tres ocupaciones destacadas en el normograma, estando las otras dos ocupaciones muy relacionadas con ésta.
 - RR elevado y casi significativo en la comparación general (RR=1,10; IC 95%=0,99-1,22) y significativo en la comparación intrasector (RR=1,15; IC 95%=1,01-1,31).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=1,32; IC 95%=1,08-1,62), dosis respuesta significativa ($p=0,01$)
 - Otras profesiones similares presentan también un aumento de incidencia. Sin embargo en esta ocupación el exceso de riesgo parece menor.

5.1.1.3. *Otras ocupaciones con posible exceso de riesgo*

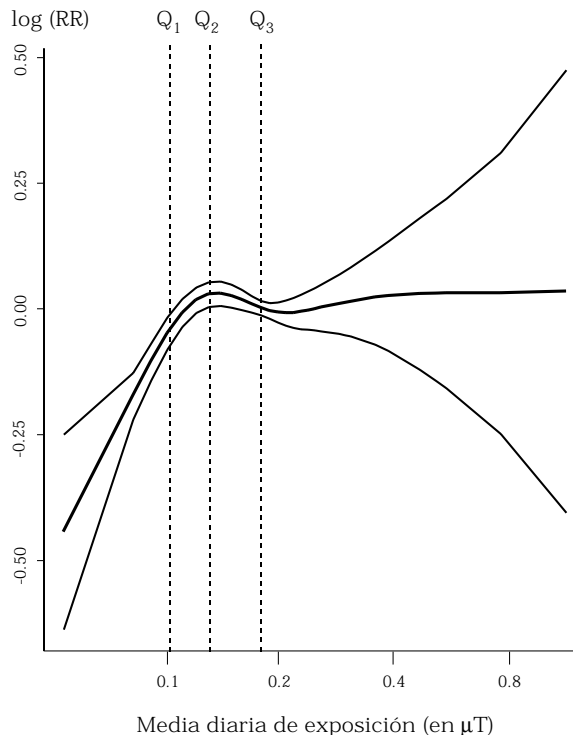
- (032) *Dentistas*
 - SIR alto y estadísticamente significativo (SIR=140 IC 95%=105-184).
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (RR=1,35; IC 95%=1,03-1,77), y casi significativo en la comparación intrasector (RR=1,22; IC 95%=0,93-1,60).
- (101) *Altos cargos del gobierno y la administración*
 - SIR elevado y significativo (SIR=142; IC 95%=122-166)
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (RR=1,34; IC 95%=1,15-1,56), y casi significativo en la comparación intrasector (RR=1,21; IC 95%=0,99-1,48).
 - Exceso de riesgo casi significativo en mujeres mayores de 50 años (RR=1,20; IC 95%=0,95-1,51).
- (298) *Agentes de compras*
 - SIR elevado y casi significativo (SIR=147; IC 95%=96-215).
 - RR elevado y casi significativo en la cohorte general (RR=1,39; IC 95%=0,94-2,04), y no significativo en la comparación intrasector (RR=1,27; IC 95%=0,86-1,87).
 - Exceso de riesgo confirmado en la subcohorte con la misma ocupación en ambos censos (RR=2,35; IC 95%=1,26-4,37).
 - El aumento de incidencia parece producirse sólo en mujeres mayores de 50 años (RR=1,33; IC 95%=0,86-2,07).

5.1.2. Cáncer de mama en mujeres y exposición ocupacional a campos magnéticos de baja frecuencia

La asignación de la exposición a campos electromagnéticos mediante la matriz de ocupación exposición [Floderus, 1996] permite estudiar la relación dosis-respuesta entre la incidencia de cáncer de mama y la exposición laboral a estas radiaciones, medida en términos de dosis promedio diaria (media geométrica) y porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a $0,20 \mu\text{T}$. Los modelos aditivos generalizados (GAM) exploran la forma de esta relación, y cuantifican, desde el punto de vista estadístico, el componente “no lineal”. En estos modelos se ha introducido el área geográfica, el tamaño del municipio y el sector ocupacional como variables de confusión. Están excluidas del análisis aquellas ocupaciones para las que no se dispone de medida de exposición laboral a radiaciones electromagnéticas.

La figura 7 muestra la relación dosis-respuesta entre la exposición pro-

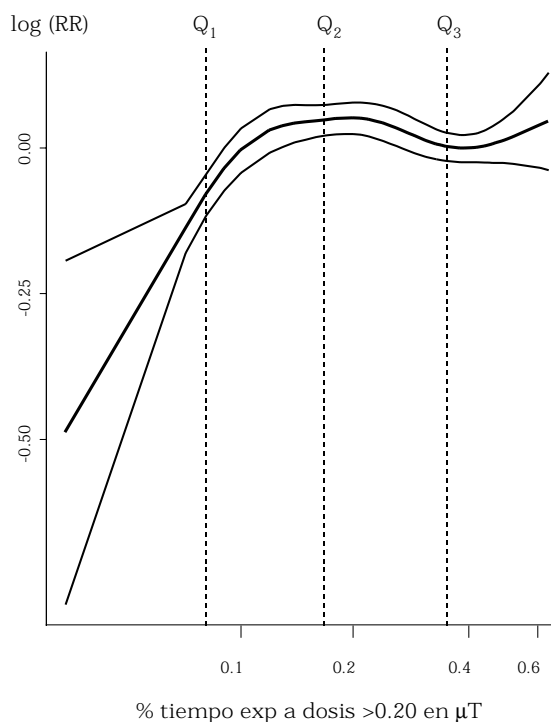
Figura 7. Cáncer de mama en mujeres. Curva de la relación dosis-respuesta con respecto a la media geométrica de exposición promedio diaria (en μT) con sus intervalo de confianza al 95%. Las líneas verticales corresponden a los cuartiles



Significación estadística de la relación no lineal: $p < 0,0001$

medio diaria y el riesgo de cáncer de mama. La relación es muy significativa ($p < 0,001$). El riesgo parece ascender muy rápidamente, siendo máximo a una dosis entre el primer y el segundo cuartil (0,10 y 10,13 μT) para permanecer estable a dosis superiores. La figura 8 muestra la curva dosis-respuesta respecto al tiempo de exposición laboral a dosis superiores a 0,20 μT . También en este caso la relación es no lineal y muy significativa ($p < 0,001$). El riesgo asciende hasta una exposición del 20%, posteriormente parece estabilizarse.

Figura 8. Cáncer de mama en mujeres. Curva de la relación dosis-respuesta con respecto al porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a 0,20 μT con su intervalo de confianza al 95%. Las líneas verticales corresponden a los cuartiles



Significación estadística de la relación no lineal: $p < 0,0001$

En la tabla 11 se muestra la estimación del RR por cuartiles de exposición y para el percentil 90% en el caso de la dosis promedio diaria, los riesgos relativos para estas dos variables, y también utilizando los puntos de corte sugeridos por las gráficas (0,10 en el caso de la exposición pro-

medio diaria y 0,15 ó un 15% de tiempo de exposición a dosis por encima de 0,20 μT). A la izquierda se presentan los resultados para el total de la cohorte, en las dos columnas del medio para las mujeres supuestamente pre-menopáusicas (por debajo de los 50 años) y en las columnas de la derecha los resultados para las mujeres con más de 50 años. En todos los casos la segunda columna muestra los resultados obtenidos cuando se consideran sólo la subcohorte de mujeres con ocupación estable (mismo código ocupacional) en 1960 y 1970. Respecto a la exposición promedio, el riesgo para todas las categorías es significativamente mayor que para las trabajadoras del primer cuartil, pero no se observa un aumento de riesgo al aumentar la dosis. Lo mismo ocurre respecto a la otra variable: el porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a 0,20 μT , aunque la magnitud de la asociación es menor en este caso. El efecto es mayor en las mujeres postmenopáusicas que en las premenopáusicas. Los resultados en la subcohorte de mujeres con la misma ocupación en ambos censos son congruentes con los observados en la cohorte general. La alta correlación entre las dos variables de exposición utilizada desaconseja introducirlas conjuntamente en un modelo. Por ello en la tabla 12 ofrecemos los resultados para el promedio de exposición diaria considerando dos estratos excluyentes: las trabajadoras que estuvieron expuestas menos de 1/3 de la jornada laboral a dosis por encima de 0,20, y las que trabajaron en ocupaciones que suponían un tiempo de exposición a estas magnitudes igual o superior al 33%. En este segundo grupo lógicamente el nivel de exposición promedio es mayor. Curiosamente 3/4 partes de las trabajadoras en este grupo estaban expuestas a una dosis de 0,18 por lo que se tomaron como puntos de corte el cuarto cuartil y el percentil 90. También se presenta el análisis resultado de la combinación de niveles de ambas variables. En todos los casos el resultado es concordante con el de la tabla anterior: las diferencias de riesgo aparecen a partir de exposiciones mayores a 0,10 μT , sin observarse una relación dosis respuesta con exposiciones mayores a este umbral.

Las tablas siguientes muestran los mismos análisis de las tablas 11 y 12 realizados en dos agrupaciones de ocupaciones diferentes: la tabla 13 corresponde a los sectores ocupacionales 0-3 (profesionales, dirección y administración, contables y oficinistas y trabajo de venta) y la tabla 14 a los sectores ocupacionales 6-9 (transporte y comunicaciones, producción y servicios). En los sectores 0-3, los resultados son muy similares a los observados en la cohorte general, mostrando estimadores más altos en el caso de las mujeres mayores de 50 años. En los sectores 6-9 no se produjo ningún caso en mujeres con una exposición promedio diaria menor de 0,10 μT . Por ello, aumentamos un 0,01 el primer punto de corte, para poder utilizar esta categoría de referencia. Esto implica que los riesgos relativos de la tabla 13 y 14 no son estrictamente comparables. Teniendo en cuenta este cambio en el nivel de referencia, no se observan diferencias de interés respecto al promedio de expo-

Tabla 11. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres en relación a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total (20.843 casos)		Subcohorte 60=70 (5.905 casos)		Total (5.325 casos)		Subcohorte 60=70 (1.133 casos)		Total (15.518 casos)		Subcohorte 60=70 (4.772 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
Exposición promedio diaria (cuartiles y percentil 90)												
≤ 0,10 μT	1		1		1		1		1		1	
0,10-0,13 μT	1,25	1,18-1,32	1,20	1,10-1,31	1,15	1,05-1,27	1,15	0,96-1,38	1,30	1,21-1,40	1,22	1,10-1,35
0,13-0,18 μT	1,24	1,15-1,33	1,16	1,01-1,33	1,24	1,09-1,40	1,28	0,93-1,76	1,25	1,15-1,36	1,14	0,98-1,33
0,18-0,21 μT	1,21	1,13-1,29	1,15	1,02-1,29	1,09	0,97-1,23	1,08	0,82-1,42	1,27	1,17-1,37	1,17	1,03-1,34
> 0,21 μT	1,29	1,19-1,39	1,29	1,10-1,50	1,18	1,01-1,38	0,88	0,54-1,43	1,34	1,22-1,47	1,34	1,14-1,58
≤ 0,10 μT	1		1		1		1		1		1	
> 0,10 μT	1,24	1,18-1,31	1,20	1,10-1,30	1,17	1,07-1,28	1,16	0,97-1,38	1,29	1,21-1,38	1,21	1,10-1,33
Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT (cuartiles)												
≤ 8%	1		1		1		1		1		1	
8 - 17 %	1,16	1,10-1,22	1,26	1,15-1,38	1,17	1,06-1,28	1,22	0,96-1,54	1,16	1,09-1,23	1,26	1,14-1,39
17 - 35 %	1,16	1,11-1,21	1,14	1,06-1,24	1,18	1,09-1,28	1,15	0,96-1,38	1,15	1,10-1,21	1,14	1,04-1,24
> 35 %	1,13	1,05-1,22	1,22	1,04-1,44	1,10	0,95-1,27	0,82	0,62-1,38	1,15	1,05-1,25	1,29	1,08-1,54
≤ 15 %	1		1		1		1		1		1	
> 15 %	1,09	1,05-1,13	1,09	1,02-1,17	1,14	1,06-1,22	1,10	0,94-1,29	1,07	1,03-1,12	1,09	1,01-1,18

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.

Tabla 12. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres en relación a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos estratificados según el tiempo de exposición a dosis superiores a 0,20 μT

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total		Subcohorte 60=70		Total		Subcohorte 60=70		Total		Subcohorte 60=70	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
EXPUESTAS MENOS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:												
Exposición promedio diaria (cuartiles)												
$\leq 0,10 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
0,10-0,13 μT	1,26	1,19-1,33	1,21	1,11-1,33	1,15	1,04-1,26	1,14	0,95-1,38	1,32	1,23-1,42	1,24	1,12-1,37
0,13-0,18 μT	1,23	1,14-1,33	1,19	1,04-1,37	1,21	1,06-1,38	1,30	0,94-1,80	1,25	1,15-1,37	1,17	1,01-1,37
$> 0,18 \mu\text{T}$	1,25	1,09-1,42	1,05	0,74-1,51	1,43	1,14-1,78	1,03	0,42-2,51	1,18	1,01-1,39	1,06	0,72-1,58
EXPUESTAS MÁS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:												
Exposición promedio diaria (cuartil 3.º y P90 para este grupo)												
$\leq 0,19 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
0,19-0,26 μT	1,00	0,93-1,09	1,07	0,91-1,25	1,06	0,90-1,25	0,59	0,33-1,03	0,99	0,91-1,09	1,14	0,96-1,34
$> 0,26 \mu\text{T}$	1,04	0,91-1,20	1,26	0,98-1,64	1,04	0,74-1,45	0,48	0,13-1,76	1,04	0,90-1,21	1,33	1,02-1,74
COMBINANDO AMBAS VARIABLES												
$\leq 15\% \& \leq 0,10 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
$\leq 15\% \& > 0,10 \mu\text{T}$	1,22	1,14-1,30	1,19	1,06-1,34	1,06	0,94-1,19	1,14	0,85-1,52	1,30	1,20-1,41	1,21	1,06-1,37
15-30% $\& \leq 0,20 \mu\text{T}$	1,25	1,19-1,32	1,20	1,10-1,30	1,21	1,10-1,32	1,17	0,97-1,40	1,28	1,20-1,37	1,21	1,09-1,33
15-30% $\& > 0,20 \mu\text{T}$	1,19	1,00-1,41	0,79	0,39-1,60	1,13	0,78-1,65	no hay casos		1,22	1,01-1,49	0,89	0,44-1,81
$> 30\% \& \leq 0,30 \mu\text{T}$	1,20	1,13-1,29	1,14	1,02-1,29	1,06	0,94-1,20	1,09	0,83-1,43	1,27	1,17-1,38	1,16	1,02-1,33
$> 30\% \& > 0,30 \mu\text{T}$	1,24	1,09-1,42	1,43	1,11-1,84	1,07	0,81-1,43	0,69	0,22-2,18	1,32	1,14-1,52	1,51	1,16-1,96

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.

Tabla 13. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres trabajadoras de los sectores ocupacionales 0-3 en relación a la exposición ocupacional a ELFMF

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total (12.671 casos)		Subcohorte 60=70 (4.383 casos)		Total (3.852 casos)		Subcohorte 60=70 (966 casos)		Total (8.819 casos)		Subcohorte 60=70 (3.417 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
Exposición promedio diaria (cuartiles y percentil 90)												
≤ 0,10 μT	1		1		1		1		1		1	
0,10-0,13 μT	1,25	1,18-1,32	1,21	1,10-1,32	1,17	1,06-1,29	1,17	0,98-1,41	1,31	1,21-1,40	1,22	1,10-1,35
0,13-0,18 μT	1,24	1,14-1,33	1,16	1,00-1,34	1,19	1,04-1,37	1,16	0,82-1,64	1,26	1,15-1,38	1,16	0,98-1,36
0,18-0,21 μT	1,18	1,09-1,27	1,12	0,98-1,29	1,10	0,96-1,25	1,09	0,81-1,47	1,21	1,11-1,33	1,15	0,98-1,34
> 0,21 μT	1,24	1,12-1,38	1,23	1,03-1,47	1,14	0,92-1,41	0,79	0,41-1,51	1,29	1,14-1,45	1,29	1,06-1,56
≤ 0,10 μT	1		1		1		1		1		1	
> 0,10 μT	1,24	1,18-1,31	1,20	1,10-1,30	1,17	1,07-1,28	1,16	0,97-1,39	1,29	1,20-1,37	1,21	1,10-1,33
Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT (cuartiles)												
≤ 8%	1		1		1		1		1		1	
8 - 17 %	1,23	1,14-1,32	1,27	1,13-1,43	1,10	0,97-1,24	1,19	0,91-1,57	1,30	1,19-1,42	1,29	1,14-1,46
17 - 35 %	1,26	1,19-1,33	1,17	1,07-1,28	1,21	1,10-1,33	1,16	0,96-1,40	1,29	1,20-1,38	1,17	1,06-1,30
> 35 %	1,14	1,04-1,26	1,17	0,97-1,40	1,05	0,89-1,24	0,83	0,53-1,31	1,19	1,06-1,34	1,26	1,03-1,54
≤ 15 %	1		1		1		1		1		1	
> 15 %	1,17	1,11-1,23	1,10	1,02-1,20	1,17	1,08-1,28	1,11	0,94-1,32	1,17	1,10-1,25	1,10	1,01-1,21
EXPUESTAS MENOS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS ≥ 0,20 μT:												
Exposición promedio diaria (cuartiles)												
≤ 0,10 μT	1		1		1		1		1		1	
0,10-0,13 μT	1,26	1,19-1,33	1,21	1,11-1,33	1,16	1,05-1,28	1,16	0,96-1,40	1,32	1,23-1,43	1,23	1,11-1,37
0,13-0,18 μT	1,22	1,13-1,32	1,18	1,02-1,37	1,14	0,99-1,32	1,17	0,82-1,67	1,26	1,14-1,39	1,18	1,00-1,39
> 0,18 μT	1,27	1,05-1,53	1,18	0,78-1,78	1,58	1,22-2,06	1,32	0,54-3,22	1,03	0,79-1,35	1,14	0,71-1,82

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.



Tabla 13. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres trabajadoras de los sectores ocupacionales 0-3 en relación a la exposición ocupacional a ELFMMF (continuación)

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total (12.671 casos)		Subcohorte 60=70 (4.383 casos)		Total (3.852 casos)		Subcohorte 60=70 (966 casos)		Total (8.819 casos)		Subcohorte 60=70 (3.417 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
EXPUESTAS MÁS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:												
Exposición promedio diaria (cuartil 3º y P90 para este grupo)												
$\leq 0,19 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
0,19-0,26 μT	1,01	0,93-1,09	1,08	0,92-1,26	1,06	0,90-1,24	0,59	0,33-1,03	0,99	0,91-1,09	1,14	0,97-1,35
$> 0,26 \mu\text{T}$	1,04	0,91-1,20	1,26	0,97-1,64	1,00	0,71-1,41	0,48	0,13-1,76	1,05	0,90-1,22	1,34	1,02-1,74
COMBINANDO AMBAS VARIABLES:												
$\leq 15\% \text{ \& } \leq 0,10 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
$\leq 15\% \text{ \& } > 0,10 \mu\text{T}$	1,24	1,14-1,35	1,31	1,14-1,50	1,07	0,93-1,22	1,20	0,86-1,66	1,35	1,20-1,41	1,33	1,15-1,56
15-30% $\text{ \& } \leq 0,20 \mu\text{T}$	1,25	1,18-1,32	1,18	1,09-1,29	1,21	1,10-1,32	1,16	0,97-1,39	1,27	1,20-1,37	1,18	1,07-1,31
15-30% $\text{ \& } > 0,20 \mu\text{T}$	No hay casos		No hay expuestas		No hay casos		No hay expuestas		No hay casos		No hay expuestas	
$> 30\% \text{ \& } \leq 0,30 \mu\text{T}$	1,16	1,08-1,26	1,12	0,97-1,28	1,07	0,93-1,23	1,07	0,79-1,44	1,21	1,10-1,33	1,14	0,97-1,33
$> 30\% \text{ \& } > 0,30 \mu\text{T}$	1,23	1,06-1,43	1,37	1,05-1,79	1,10	0,78-1,56	0,72	0,23-2,26	1,28	1,08-1,52	1,45	1,10-1,92

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.

Tabla 14. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres trabajadoras de los sectores ocupacionales 6-9 en relación a la exposición ocupacional a ELFMF

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total (6.913 casos)		Subcohorte 60=70 (1.404 casos)		Total (1.255 casos)		Subcohorte 60=70 (144 casos)		Total (5.658 casos)		Subcohorte 60=70 (1.260 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
<i>Exposición promedio diaria (cuartiles² y percentil 90)</i>												
≤ 0,11 μT	1		1		1		1		1		1	
0,11-0,13 μT	1,10	1,02-1,19	1,07	0,89-1,30	1,14	0,98-1,32	1,25	0,76-2,03	1,09	1,00-1,20	1,01	0,81-1,25
0,13-0,18 μT	1,05	0,91-1,21	1,17	0,72-1,91	1,27	0,94-1,73	2,49	0,78-7,96	1,00	0,85-1,18	0,96	0,55-1,67
0,18-0,21 μT	1,02	0,96-1,09	0,99	0,86-1,14	0,98	0,85-1,15	1,07	0,65-1,77	1,03	0,96-1,10	0,98	0,84-1,13
> 0,21 μT	1,11	1,00-1,24	1,26	0,93-1,69	1,15	0,91-1,44	1,40	0,54-3,59	1,10	0,98-1,24	1,21	0,88-1,65
≤ 0,11 μT	1		1		1		1		1		1	
> 0,11 μT	1,05	1,00-1,11	1,05	0,90-1,16	1,07	0,94-1,22	1,17	0,76-1,79	1,05	0,99-1,12	0,99	0,87-1,14
<i>Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT (cuartiles)</i>												
≤ 8%	1		1		1		1		1		1	
8 - 17 %	1,09	1,02-1,17	1,23	1,05-1,43	1,27	1,09-1,48	1,26	0,71-2,25	1,05	0,97-1,13	1,21	1,03-1,42
17 - 35 %	1,05	0,98-1,12	1,07	0,91-1,25	1,07	0,91-1,27	1,11	0,60-2,07	1,04	0,97-1,12	1,06	0,89-1,25
> 35 %	1,17	1,03-1,33	1,44	1,01-2,04	1,29	0,96-1,72	1,46	0,50-4,23	1,14	0,99-1,32	1,42	0,98-2,07
≤ 15 %	1		1		1		1		1		1	
> 15 %	1,02	0,96-1,07	1,08	0,95-1,23	1,03	0,90-1,17	0,96	0,64-1,44	1,01	0,95-1,07	1,10	0,96-1,26
EXPUESTAS MENOS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS ≥ 0,20 μT:												
<i>Exposición promedio diaria (cuartiles²)</i>												
≤ 0,11 μT	1		1		1		1		1		1	
0,11-0,13 μT	1,11	1,02-1,20	1,11	0,91-1,36	1,15	0,98-1,35	1,28	0,78-2,09	1,10	1,00-1,21	1,04	0,83-1,31
0,13-0,18 μT	1,09	0,92-1,33	1,60	0,85-3,01	1,32	0,93-1,88	3,49	0,76-15,94	1,03	0,85-1,25	1,25	0,61-2,56
> 0,18 μT	1,03	0,86-1,42	0,72	0,36-1,46	1,03	0,68-1,57	No hay casos		1,03	0,85-1,25	1,06	0,72-1,58

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.

² No hubo casos por debajo de 0.10, por lo que ha sido necesario incrementar el primer punto de corte en 0,01 unidades.

Tabla 14. Riesgo relativo de cáncer de mama en mujeres trabajadoras de los sectores ocupacionales 6-9 en relación a la exposición ocupacional a ELFMF (continuación)

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 50 años				50-79 años			
	Total (6.913 casos)		Subcohorte 60=70 (1.404 casos)		Total (1.255 casos)		Subcohorte 60=70 (144 casos)		Total (5.658 casos)		Subcohorte 60=70 (1.260 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
EXPUESTAS MÁS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:												
Exposición promedio diaria (P90 para este grupo)												
$\leq 0,26 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
$> 0,26 \mu\text{T}$	1,40	0,39-4,98	0,72	0,10-5,17	6,85	0,33-143,1	No hay casos		0,96	0,22-3,35	0,86	0,12-6,14
COMBINANDO AMBAS VARIABLES												
$\leq 15\% \& \leq 0,11 \mu\text{T}$	1		1		1		1		1		1	
$\leq 15\% \& > 0,11 \mu\text{T}$	1,11	1,02-1,22	1,20	0,97-1,48	1,22	1,02-1,44	1,40	0,75-2,59	1,09	0,98-1,21	1,12	0,88-1,42
15-30% $\& \leq 0,20 \mu\text{T}$	1,05	0,97-1,13	1,21	1,03-1,43	1,21	1,01-1,46	1,22	0,63-2,34	1,02	0,93-1,11	1,21	1,01-1,43
15-30% $\& > 0,20 \mu\text{T}$	1,02	0,85-1,21	0,77	0,38-1,56	1,05	0,69-1,60	No hay casos		1,01	0,83-1,23	0,84	0,41-1,69
$> 30\% \& \leq 0,30 \mu\text{T}$	1,04	0,98-1,11	1,08	0,93-1,27	1,05	0,89-1,24	1,20	0,64-2,21	1,04	0,97-1,11	1,07	0,91-1,26
$> 30\% \& > 0,30 \mu\text{T}$	0,98	0,77-1,25	1,74	0,63-4,78	1,01	0,64-1,59	No hay casos		0,98	0,74-1,30	1,77	0,62-5,09

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y sector ocupacional.

² No hubo casos por debajo de 0.10, por lo que ha sido necesario incrementar el primer punto de corte en 0,01 unidades.

sición diaria. Sin embargo es interesante constatar que la mujeres de estos sectores situadas en el último cuartil respecto al tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a $0,20 \mu\text{T}$ muestran un riesgo relativo superior, que en muchos casos es significativo y cuya magnitud es bastante mayor en la subcohorte de mujeres con la misma ocupación en 1960 y 1970. A pesar del alto porcentaje de casos observados en mujeres por encima de 50 años, en los sectores 6-9 el efecto de las radiaciones electromagnéticas se observa preferentemente en mujeres menores de 50 años.

Por último, en la tabla 15 se presentan los riesgos relativos para las ocupaciones estudiadas en el apartado anterior ajustando por exposición a radiaciones electromagnéticas. El grupo de comparación lo constituyen únicamente el resto de ocupaciones dentro del mismo sector. La variable de control ha sido dicotómica: exposición promedio diaria tomando el primer cuartil como punto de corte. Al realizar análisis intrasector no es posible utilizar esta variable de confusión en los sectores 6-9, ya que como señalamos anteriormente en estos sectores no se produjeron casos en las trabajadoras con dosis promedio por debajo del primer cuartil. Por ello, como variable de control en estos sectores hemos introducido el porcentaje de tiempo de exposición a magnitudes equivalentes o superiores a $0,20 \mu\text{T}$, utilizando como punto de corte el tercer cuartil, elección sugerida por los resultados mostrados en la tabla 14. La exposición promedio a campos electromagnéticos parece explicar una parte sustancial del exceso de riesgo observado en las dentistas, las profesoras de nivel medio, las maestras, las trabajadoras sanitarias y las analistas de programas. Sin embargo, excepto las dentistas, las profesoras y las trabajadoras sociales, el resto de las profesionales destacadas siguen mostrando riesgos relativos altos ya sea en la cohorte general o en la subcohorte de trabajadoras desempeñando esa ocupación desde 1960. Para los sectores ocupacionales 1 y 2 el control de la exposición a campos electromagnéticos no ha tenido ningún efecto debido a que la dosis media de exposición para todas las ocupaciones estaban por encima del primer cuartil. En el resto de sectores ocupacionales no se disponía de medida de exposición para las ocupaciones de riesgo identificadas en el apartado anterior: trabajadoras de teléfono, telégrafos y radio, galvanizadoras y peluqueras. Recordamos aquí que la matriz empleada fue realizada en hombres para las 100 ocupaciones desempeñadas con mayor frecuencia. Las ocupaciones relacionadas con teléfonos, telégrafos y radio y las peluqueras son desempeñadas principalmente por mujeres y la ocupación de galvanizadores y recubridores de metal es minoritaria en ambos sexos.

Tabla 15. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgo Relativo en la cohorte general y en la subcohorte de trabajadoras que refirieron dicha ocupación en ambos censos, sin y tras el ajuste por cuartiles de exposición a campos electromagnéticos

Código ocupación	Toda la cohorte				Expuestos en 1960 y 1970			
	RR ¹	IC ¹ 95%	RR ²	IC ² 95%	RR ¹	IC ¹ 95%	RR ²	IC ² 95%
002 Ingenieras electrónicas y telecom.	1,28	0,80-2,03	1,19	0,74-1,85	1,50	0,21-10,65	1,40	0,19-9,67
003 Ingenieras mecánicas	1,16	0,75-1,80	1,05	0,67-1,63	0,90	0,13-6,39	0,82	0,12-5,82
011 Químicas	1,29	0,87-1,92	1,18	0,79-1,75	1,07	0,45-2,58	0,98	0,41-2,35
031 Médicas y cirujanas	1,27	0,98-1,64	1,15	0,88-1,48	1,55	1,13-2,12	1,40	1,02-1,92
032 Dentistas	1,22	0,93-1,60	1,10	0,84-1,45	1,23	0,89-1,71	1,11	0,80-1,55
041 Diplomadas en enfermería	1,16	0,87-1,55	1,30	0,97-1,73	1,18	0,80-1,73	1,32	0,90-1,94
046 Farmacéuticas	1,32	1,07-1,64	—	—	1,45	1,09-1,93	—	—
051 Prof. universidad escuela superior	1,17	0,88-1,57	—	—	0,96	0,31-2,98	—	—
052 Profesoras de nivel medio	1,16	1,05-1,28	1,04	0,94-1,16	1,22	1,03-1,44	1,10	0,93-1,30
053 Maestras	1,18	1,09-1,27	1,04	0,96-1,13	1,26	1,15-1,37	1,11	1,01-1,23
055 Profesoras formación profesiona	1,17	0,99-1,39	1,05	0,88-1,25	1,03	0,66-1,60	0,92	0,60-1,44
058 Otras trabajadoras de educación	1,18	0,88-1,58	—	—	0,00	—	—	—
068 Otras trabajadoras religiosas	1,33	0,88-2,02	1,19	0,78-1,82	2,10	1,16-3,79	1,87	1,03-3,38
086 Actrices y similares	1,32	0,93-1,87	—	—	1,21	0,70-2,08	—	—
088 Otro trabajo literario artístico	1,24	0,75-2,06	—	—	0,56	0,08-4,01	—	—
091 Contables auditoras interventoras	1,14	0,72-1,78	1,03	0,65-1,61	1,13	0,28-4,51	1,02	0,26-4,08
092 Trabajadoras sociales	1,11	0,98-1,25	0,99	0,87-1,12	1,32	1,06-1,63	1,17	0,94-1,45
096 Jefas de personal	1,18	0,97-1,44	1,07	0,87-1,31	0,00	—	0,00	—
097 Analista de sistemas programadora	1,51	1,01-2,26	1,38	0,92-2,07	—	—	—	—
098 Otras profesionales y técnicas	1,11	0,82-1,50	—	—	0,89	0,22-3,57	—	—
101 Altos cargos gobierno y admón.	1,21	0,99-1,48	1,21	0,99-1,48	1,15	0,72-1,84	1,15	0,72-1,84
203 Cajeras de bancos	1,12	0,92-1,37	1,12	0,92-1,37	1,52	1,04-2,24	1,52	1,03-2,24
293 Empleadas de agencias de viajes	1,21	0,81-1,83	—	—	0,99	0,41-2,39	—	—
296 Trabajadoras de seguros	1,13	0,95-1,34	1,13	0,95-1,34	1,17	0,89-1,53	1,17	0,90-1,53
297 Empleada oficinas seguros públicos	1,10	0,89-1,36	1,10	0,89-1,36	1,49	0,97-2,29	1,49	0,97-2,29
298 Agentes de compras	1,27	0,86-1,87	1,27	0,87-1,87	2,35	1,26-4,37	2,36	1,27-4,38

¹ RR ajustados por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

² RR ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y exposición promedio diaria a campos electromagnéticos (punto de corte 0,10 μ T). Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.

Tabla 15. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en mujeres.
Riesgo Relativo en la cohorte general y en la subcohorte de trabajadoras que refirieron dicha ocupación en ambos censos, sin y tras el ajuste por cuartiles de exposición a campos electromagnéticos (continuación)

Código ocupación	Toda la cohorte				Expuestos en 1960 y 1970			
	RR ¹	IC ¹ 95%	RR ²	IC ² 95%	RR ¹	IC ¹ 95%	RR ²	IC ² 95%
313 Publicistas	1,42	0,99-2,05	1,42	0,99-2,05	0,48	0,07-3,44	0,48	0,07-3,45
418 Otro trabajo agricultura ganadería	1,37	0,72-2,59	1,36	0,72-2,58	2,48	0,79-7,74	2,54	0,81-7,92
653 Operadoras de teléfonos	1,31	1,11-1,56	—		1,41	1,17-1,70	—	
654 Telefonistas de oficinas	1,15	1,01-1,30	—		1,32	1,08-1,62	—	
655 Operadoras de telégrafo y radio	1,41	1,04-1,92	—		1,87	1,26-2,79	—	
713 Sombrereras	1,27	0,92-1,76	—		1,31	0,84-2,04	—	
757 Galvanizadoras recubridoras metal	2,13	1,21-3,76	—		2,38	0,34-16,93	—	
779 Trabajo madera no especificado	1,44	0,87-2,40	1,62	0,95-2,74	0,00	—	0,00	—
808 Otro trabajo de imprenta	1,24	0,84-1,83	1,35	0,91-2,01	1,40	0,45-4,36	1,52	0,49-4,74
814 Decorado vidrio cerámica porcelana	1,50	0,80-	2,80	—	1,25	0,40-3,90	—	
851 Trabajadoras productos de caucho	1,14	0,84-1,56	1,17	0,85-1,61	1,09	0,63-1,90	1,15	0,66-2,01
854 Trabajadoras lab. fotografía	1,29	0,87-1,92	—		1,32	0,55-3,17	—	
917 Azafatas y personal de vuelo	1,24	0,82-1,88	—		0,70	0,10-4,99	—	
941 Peluqueras, esteticistas	1,21	1,07-1,36	—		1,27	1,10-1,46	—	
946 Fotógrafa	1,30	0,84-2,01	—		1,28	0,64-2,56	—	

¹ RR ajustados por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.
² RR ajustados por edad, periodo, área geográfica, tamaño municipal y exposición promedio diaria a campos electromagnéticos (punto de corte 0,10 µT). Referencia = otras ocupaciones en el mismo sector.



5.2. Cáncer de mama en hombres

5.2.1. Ocupaciones con alto riesgo de desarrollar cáncer de mama

El cáncer de mama masculino es una enfermedad extraordinariamente infrecuente, por lo que el escaso número de personas expuestas en muchas ocupaciones impide extraer conclusiones sobre su influencia en la aparición de este tumor. En el periodo de estudio se han diagnosticado un total de 250 casos en la cohorte estudiada siendo la tasa ajustada global de 0,81 por 100000 personas-año. La incidencia tiende a ser más elevada en los sectores profesionales con mayor nivel socio-económico, aunque no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grandes sectores profesionales ($p = 0,123$). El sector servicios constituye una excepción a esta tendencia ya que, tal y como se aprecia en la tabla 16, presenta un exceso de riesgo de un 77% estadísticamente significativo, mientras que lo contrario ocurre con el sector 8 (sector II de producción). También destacan el grupo de contables y oficinistas de oficina, con un sobrerriesgo en torno al 40%, aunque dicho resultado no es estadísticamente significativo.

Tabla 16. Cáncer de mama por sectores ocupacionales en hombres. Tasas ajustadas por 100.000 habitantes, riesgo acumulado (en %), número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza

Sector ocupacional	Tasa ¹ ajustada	Riesgo acmdo.	Obs.	Esp.	SIR ²	IC 95%
SECTOR 0 Profesionales y técnicos	1,05	0,09	46	41,5	111	81-148
SECTOR 1 Dirección y administración	1,09	0,06	12	9,9	120	62-211
SECTOR 2 Contables y oficinistas	1,19	0,09	15	10,7	140	78-231
SECTOR 3 Trabajo de ventas	0,70	0,05	16	18,3	87	49-142
SECTOR 4 Agricultura, silvicultura, pesca...	0,68	0,05	24	30,5	79	50-117
SECTOR 5 Minería y cantería	0,40	0,02	1	1,4	69	9-386
SECTOR 6 Transporte y comunicaciones	0,85	0,06	22	20,5	108	67-163
SECTOR 7 Producción I	0,75	0,05	70	72,2	97	76-123
SECTOR 8 Producción II	0,52	0,04	21	32,0	66	41-100
SECTOR 9 Sector servicios	1,26	0,07	23	13,0	177	112-266

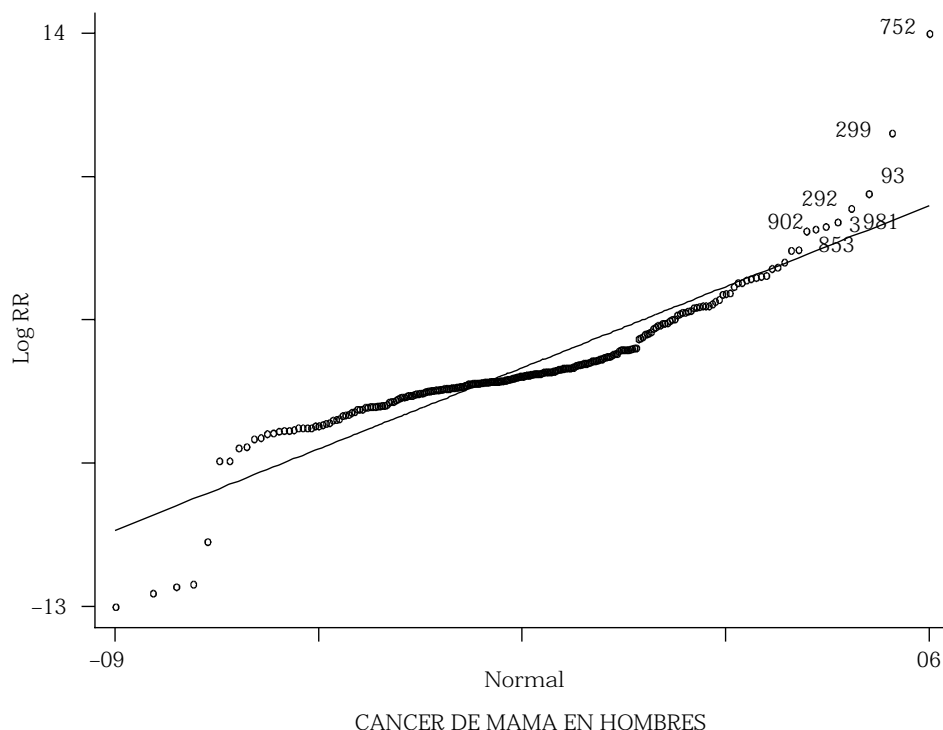
¹ Tasas ajustadas por edad (edades 25-79) utilizando la población estándar Europea.

² SIR utilizando como estándar las tasas específicas por edad y periodo para toda la cohorte.

En la figura 9 se presenta el análisis conjunto del riesgo ocupacional mediante un modelo de efectos aleatorios. Las categorías laborales a 3 dígitos que más se separan de lo esperado en la figura 9 son los reparadores de ma-

quinaria (código 752) y los trabajadores de labores de oficina sin especificar (código 299). Otras 6 ocupaciones aparecen señaladas en la gráfica: la 93 ("bibliotecarios, archiveros y personal de museos"), la 292 ("empleados de banca"), la 3 ("ingenieros mecánicos"), la 902 ("policías") y la 853 ("curtidores y preparadores de pieles").

Figura 9. Cáncer de mama en hombres. Normograma de la distribución de riesgo por ocupación



De las 278 ocupaciones diferentes registradas en el censo de 1970, 57 registraron al menos 2 casos de cáncer de mama durante el periodo de seguimiento. En la tabla 17 se presentan los Riesgos Relativos para los grandes sectores ocupacionales y para las 34 ocupaciones con al menos 2 casos observados y un exceso de riesgo igual o mayor del 30%. El análisis se ha repetido considerando sólo a los menores de 65, debido a las referencias en la literatura sobre la mayor posibilidad de estudiar el riesgo ocupacional en este colectivo. Entre las ocupaciones de los sectores 0, 1 y 2 se encontró una incidencia significativamente alta para los bibliotecarios, archiveros y personal de museos, los empleados de banca y el trabajo de ofi-

cina no especificado, mientras que en la subcohorte de menores de 65 años también mostraron una incidencia aumentada los rectores y directores de centros de enseñanza y los profesores de universidad. La última ocupación a destacar en estos sectores ocupacionales es la de agente de transporte marítimo, con un exceso de riesgo casi significativo. Los reparadores de maquinaria y los policías presentan riesgos relativos elevados y significativos. Ninguno de los códigos ocupacionales relacionados con la agricultura, silvicultura, pesca y con la minería y cantería presentaron una incidencia elevada de cáncer de mama. En el sector “transporte y comunicaciones”, los jefes e inspectores de transporte ferroviario menores de 65 años muestran una incidencia elevada significativamente. En los sectores 8 y 9 destaca el riesgo de los otros trabajadores del procesamiento del metal, los reparadores de maquinaria, los pintores de spray industrial, los tipógrafos y litógrafos menores de 65 años y los curtidores y preparadores de pieles, mientras que el exceso de riesgo es casi significativo para los otros trabajadores eléctricos y electrónicos. En el sector “servicios” destacan las ocupaciones de policía y de oficial de aduana. Finalmente, de las agrupaciones de ocupaciones similares consideradas en este estudio, en menores de 65 años se ha encontrado un exceso de riesgo significativo para el grupo de alfarería, vidrio y cerámica y casi significativo para el grupo de trabajo de imprenta y el profesorado, este último reflejando la alta incidencia de las dos categorías de profesores comentadas anteriormente -directores de centro y profesores universitarios y de escuelas superiores-. Nos gustaría resaltar que, de todas las ocupaciones mencionadas, los reparadores de maquinaria constituyen la única ocupación cuyo RR está basado en más de 10 casos observados. Eso explica su localización en el normograma (figura 9).

Tabla 17. Incidencia de cáncer de mama en hombres por sector ocupacional y por ocupación para aquellas ocupaciones con al menos 2 casos observados y un exceso de riesgo igual o superior a un 30%: tasas ajustada por 100.000 personas-año, casos observados y esperados, riesgo relativo ajustado por edad, periodo y área geográfica

Código ocupacional	Tasa ajustada ¹	Nº de casos		Cohorte total		Menores de 65 años	
		Obs	Esp	RR ²	I.C. 95%	RR ²	I.C. 95%
SECTOR 0: PROFESIONALES Y TÉCNICOS	1,05	46	41,5	1,11	0,80- 1,53	1,10	0,74- 1,63
3 Ingenieros mecánicos	1,07	12	8,9	1,31	0,73- 2,34	1,10	0,51- 2,34
6 Ingenieros no especializados	1,49	4	2,7	1,45	0,54- 3,88	1,16	0,29- 4,68
31 Médicos y cirujanos	3,12	2	0,9	2,11	0,53- 8,49	—	—
50 Rectores, directores de centros	1,92	2	0,7	2,98	0,74-12,00	4,48	1,11-18,07
51 Prof. univers. escuela superior	1,78	2	0,6	3,22	0,80-12,94	4,43	1,10-17,86
61 Sacerdotes, pastores.....	2,84	2	0,7	2,92	0,73-11,76	—	—
93 Biblioteca, archivo, museos	10,29	3	0,3	9,78	3,13-30,57	—	—
SECTOR 1: DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN	1,09	12	9,9	1,18	0,66- 2,10	0,95	0,42- 2,15
111 Directores generales de empresa	1,06	6	3,7	1,55	0,69- 3,49	0,86	0,21- 3,48
SECTOR 2: CONTABLES Y OFICINISTAS	1,19	15	10,7	1,39	0,82- 2,34	1,03	0,48- 2,20
292 Empleados de banca	9,76	3	0,4	6,89	2,20-21,57	—	—
294 Agentes de transporte marítimo	3,34	2	0,5	3,61	0,90-14,52	—	—
299 Trab. de oficina no especificado	1,85	7	3,1	2,26	1,07- 4,80	2,15	0,80- 5,81
SECTOR 3: TRABAJO DE VENTAS	0,70	16	18,3	0,84	0,51- 1,39	0,79	0,42- 1,50
332 Empresarios de tiendas	0,95	3	2,1	1,47	0,47- 4,58	2,28	0,73- 7,14
SECTOR 4: AGRICULT, SILVICULT Y PESCA	0,68	24	30,5	0,80	0,52- 1,21	0,64	0,35- 1,19
SECTOR 5: MINERÍA Y CANTERÍA	0,40	1	1,4	—	—	—	—
SECTOR 6: TRANSPORTE Y COMUNICACIONES	0,85	22	20,5	1,08	0,70- 1,68	1,04	0,60- 1,80
631 Maquinistas y ayudantes	0,79	2	1,2	1,73	0,43- 6,96	2,64	0,66-10,67
643 Jefe, inspector transp. ferrov.	1,11	3	1,4	2,26	0,72- 7,04	3,36	1,08-10,60
661 Clasificador de correo y cartero	1,11	2	1,3	1,50	0,37- 6,04	—	—
SECTOR 7: PRODUCCIÓN I	0,75	70	72,2	0,98	0,74- 1,29	1,07	0,76- 1,51
736 Colador y moldeador del metal	1,78	2	0,9	2,21	0,55- 8,89	—	—
738 Otro trab. procesamiento metal	2,88	2	0,4	5,28	1,31-21,27	—	—

¹ Tasas ajustadas tomando como referencia la población estándar Europea.

² RR ajustados por edad, periodo y área geográfica, resto de ocupaciones como referencia.

Tabla 17. Incidencia de cáncer de mama en hombres por sector ocupacional y por ocupación para aquellas ocupaciones con al menos 2 casos observados y un exceso de riesgo igual o superior a un 30%: tasas ajustada por 100.000 personas-año, casos observados y esperados, riesgo relativo ajustado por edad, periodo y área geográfica (continuación)

Código ocupacional	Tasa ajustada ¹	Nº de casos		Cohorte total		Menores de 65 años	
		Obs	Esp	RR ²	I.C. 95%	RR ²	I.C. 95%
752 Reparadores de maquinaria	1,56	14	6,9	2,09	1,22- 3,59	2,24	1,18- 4,25
755 Soldadores cortadores con llama	0,97	4	2,8	1,48	0,55- 3,97	1,56	0,50- 4,89
756 Forja, ajuste metales const.	1,95	2	0,9	2,08	0,52- 8,37	—	—
768 Otro trab. eléctrico electrónico	3,23	2	0,5	3,65	0,92-14,67	—	—
774 Fab. estruct. madera para armar	1,34	2	1,1	2,25	0,56- 9,08	—	—
782 Pintores de spray industrial	1,67	2	0,7	2,70	0,67-10,85	4,11	1,02-16,59
SECTOR 8: PRODUCCIÓN II	0,52	21	32,0	0,63	0,40- 0,98	0,83	0,50- 1,39
801 Tipógrafos, litógrafos	1,30	4	2,0	1,91	0,71- 5,13	2,97	1,10- 8,03
853 Curtidor y preparador de pieles	9,92	2	0,1	11,79	2,92-47,55	21,87	5,39-88,74
881 Empaquetadores, embaladores	1,56	2	0,7	2,71	0,67-10,88	—	—
882 Estibadores	1,64	2	0,9	2,23	0,55- 8,96	—	—
SECTOR 9: SECTOR SERVICIOS Y MILITAR	1,26	23	13,0	1,81	1,18- 2,78	1,79	1,04- 3,11
902 Policías	1,92	4	1,4	2,90	1,08- 7,80	3,05	0,97- 9,55
903 Oficiales de aduana	3,74	2	0,3	5,68	1,41-22,87	8,86	2,19-35,75
908 Otro trab. servicio protec. civil	1,25	2	1,1	1,80	0,45- 7,22	—	—
931 Trab. mantenimiento edificios	1,58	5	3,6	1,41	0,58- 3,42	1,65	0,53- 5,17
932 Limpiadores	2,16	2	0,7	2,82	0,70-11,34	—	—
941 Peluqueros, esteticistas	1,96	2	0,7	2,72	0,68-10,93	—	—
981 Miembros de las fuerzas armadas	1,55	4	1,7	2,32	0,86- 6,23	1,58	0,39- 6,36
ALGUNAS AGRUPACIONES DE OCUPACIONES SIMILARES							
50-59 Profesorado	1,25	9	6,0	1,53	0,79- 2,98	1,88	0,93- 3,84
711-719 Confección	1,11	2	1,5	1,32	0,33- 5,32	—	—
731-739 Procesado de metales	1,10	6	4,2	1,52	0,67- 3,42	1,30	0,41- 4,07
801-809 Grupo trabajo de imprenta	1,13	4	2,3	1,63	0,61- 4,39	2,58	0,95- 6,97
811-819 G. vidrio alfarería cerámica	2,56	2	0,8	2,35	0,59- 9,47	4,34	1,08-17,55

¹ Tasas ajustadas tomando como referencia la población estándar Europea.

² RR ajustados por edad, periodo y área geográfica, resto de ocupaciones como referencia.

En la tabla 18 se presentan los RR obtenidos cuando en la categoría de referencia se consideran únicamente otras ocupaciones dentro del mismo grupo o sector profesional. Para facilitar la comparación visual las primeras columnas reproducen los resultados obtenidos anteriormente. En general los estimadores de la comparación intrasector son bastante similares a los encontrados en la comparación general. Los más afectados son los correspondientes al sector “servicios”, los cuales muestran una disminución como consecuencia de utilizar un grupo de referencia con mayor nivel de riesgo (ver tabla 16). Teniendo en cuenta que, como se señaló anteriormente, la comparación entre los grandes sectores profesionales no es estadísticamente significativa, y la necesidad de disponer de un número de efectivos más estable al tratarse de un tumor de muy baja incidencia, en el resto de los análisis utilizamos siempre comparaciones generales y no intra-sector, con el resto de ocupaciones como grupo de referencia.

Considerando la cohorte de trabajadores expuestos en 1960 y 1970 en cada ocupación (tabla 19), se confirman en general los resultados obtenidos con la cohorte general para las profesiones de bibliotecario y archivero (riesgo basado en un único caso), reparador de maquinaria, policía y oficial de aduana. Los dos casos diagnosticados en el código “otro trabajo eléctrico y electrónico” estaban expuestos en ambos censos por lo que el riesgo en esta subcohorte es muy significativo. Los directores generales de empresa también aparecen en la subcohorte expuesta en ambos censos como ocupación de alto riesgo. La relación dosis-respuesta es significativa en todas las ocupaciones mencionadas, en los empleados de banca y en los del trabajo de oficina no especificado. No obstante este test es de escaso valor en el estudio de un tumor de tan baja frecuencia.

Tabla 18. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres. Riesgos relativos (RR) y sus intervalos de confianza tomando como referencia la cohorte general (izquierda) o el sector ocupacional (derecha)

Código ocupación	Comparación general		Comparación intra-sector	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
SECTOR 0				
3 Ingenieros mecánicos	1,31	0,73- 2,34	1,27	0,66- 2,46
6 Ingenieros no especializados	1,45	0,54- 3,88	1,36	0,49- 3,80
31 Médicos y cirujanos	2,11	0,52- 8,49	1,98	0,48- 8,15
50 Rectores, directores de centros	2,98	0,74-12,00	2,83	0,69-11,68
51 Prof univers. y escuela superior	3,22	0,80-12,94	3,02	0,73-12,47
61 Sacerdotes, pastores	2,92	0,73-11,76	2,81	0,68-11,65
93 Bibliotecario, archivero, museos	9,78	3,13-30,57	9,33	2,89-30,16
SECTOR 1				
111 Directores generales de empresa	1,55	0,69- 3,49	1,85	0,59- 5,75

¹ RR ajustados por edad, período y área geográfica.

RESULTADOS

Tabla 18. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres.
Riesgos relativos (RR) y sus intervalos de confianza tomando como referencia
la cohorte general (izquierda) o el sector ocupacional (derecha)
(continuación)

Código ocupación	Comparación general		Comparación intra-sector	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
SECTOR 2				
292 Empleados de banca	6,89	2,20-21,57	5,77	1,61-20,64
294 Agentes de transporte marítimo	3,61	0,90-14,52	2,77	0,62-12,29
299 Trab. de oficina no especificado	2,26	1,07- 4,80	2,18	0,79- 6,01
SECTOR 3				
332 Empresarios de tiendas	1,47	0,47- 4,58	1,71	0,49- 6,01
SECTOR 6				
631 Maquinistas y ayudantes	1,73	0,43- 6,96	1,75	0,41- 7,48
643 Jefe, inspector transp. ferrov.	2,26	0,72- 7,04	2,24	0,66- 7,58
661 Clasificador de correo y cartero	1,50	0,37- 6,04	1,46	0,34- 6,24
SECTOR 7				
736 Colador y moldeador del metal	2,21	0,55- 8,89	2,36	0,58- 9,66
738 Otro trab. procesamiento del metal	5,28	1,31-21,27	5,29	1,29-21,66
752 Reparadores de maquinaria	2,09	1,22- 3,59	2,36	1,32- 4,24
755 Soldadores y cortadores con llama	1,48	0,55- 3,97	1,51	0,55- 4,15
756 Forja, ajuste metales en la const.	2,08	0,52- 8,37	2,24	0,54- 9,21
768 Otro trab. eléctrico y electrónico	3,65	0,91-14,67	3,85	0,94-15,81
774 Fab. estruct. madera para armar	2,25	0,56- 9,08	2,08	0,51- 8,54
782 Pintores de espray industrial	2,70	0,67-10,85	2,81	0,69-11,46
SECTOR 8				
801 Tipógrafos, litógrafos	1,91	0,71- 5,13	2,66	0,87- 8,09
853 Curtidor y preparador de pieles	11,78	2,92-47,55	16,71	3,81-73,34
881 Empaquetadores, embaladores	2,71	0,67-10,88	4,35	1,01-18,69
882 Estibadores	2,23	0,55- 8,96	4,26	0,98-18,40
SECTOR 9				
902 Policías	2,90	1,08- 7,80	1,82	0,62- 5,36
903 Oficiales de aduana	5,68	1,41-22,86	3,14	0,73-13,43
908 Otro trab. servicio protec. civil	1,80	0,45- 7,22	1,01	0,24- 4,32
931 Trab. mantenimiento edificios	1,41	0,58- 3,42	0,74	0,27- 1,98
932 Limpiadores	2,82	0,70-11,34	1,68	0,39- 7,16
941 Peluqueros, esteticistas	2,72	0,68-10,93	1,52	0,36- 6,47
981 Miembros de las fuerzas armadas	2,32	0,86- 6,22	1,41	0,48- 4,15
ALGUNAS AGRUPACIONES DE OCUPACIONES SIMILARES				
50-59 Profesorado	1,53	0,79- 2,98	1,50	0,72- 3,12
711-719 Confección	1,35	0,33- 5,35	1,42	0,35- 5,80
731-739 Procesado de metales	1,52	0,67- 4,07	1,53	0,66- 3,55
801-809 Grupo de trabajo de imprenta	1,63	0,61- 6,97	2,24	0,74- 6,81
811-819 Grupo vidrio, alfarería, cerámica ..	2,35	0,58-17,55	3,66	0,85-15,82

¹ RR ajustados por edad, período y área geográfica.

Tabla 19. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres. Riesgo Relativo en los expuestos en 1970 y no en 1960 y en los que refirieron dicha ocupación en ambos censos. Significación estadística de la relación dosis-respuesta

Código ocupación	Expuestas sólo en 1970				Expuestas en 1960 y 1970				p ²
	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	
3 Ingenieros mecánicos	5	4,6	1,06	0,44- 2,57	7	4,3	1,57	0,74- 3,34	0,268
6 Ingenieros no especializados	2	1,8	1,07	0,27- 4,32	2	0,9	2,21	0,55- 8,89	0,327
31 Médicos y cirujanos	1	0,2	5,80	0,81-41,32	1	0,7	1,29	0,18- 9,20	0,489
50 Rectores, directores de centros	2	0,5	4,50	1,12-18,10	0	0,2	0,00	—	0,358
51 Prof. universitarios y de escuela superior	2	0,4	4,72	1,17-18,98	0	0,2	0,00	—	0,304
61 Sacerdotes, pastores	0	0,1	0,00	—	2	0,6	3,48	0,86-13,99	0,096
93 Bibliotecarios, archiveros, museos	2	0,2	9,63	2,39-38,79	1	0,1	10,07	1,41-71,87	0,000*
111 Directores generales de empresa	0	2,2	0,00	—	6	1,6	3,64	1,62- 8,18	0,035*
292 Empleados de banca	2	0,3	7,25	1,80-29,20	1	0,1	6,27	0,88-44,81	0,002*
294 Agentes de transporte marítimo	2	0,3	6,01	1,50-24,20	0	0,2	0,00	—	0,290
299 Trabajo de oficina no especificado	6	2,9	2,05	0,91- 4,62	1	0,2	5,83	0,82-41,60	0,017*
332 Empresarios de tiendas	2	1,3	1,58	0,39- 6,34	1	0,8	1,29	0,18- 9,18	0,578
631 Maquinistas y ayudantes	0	0,2	0,00	—	2	1,1	1,99	0,50- 8,02	0,376
643 Jefes, inspectores transporte ferrov.	3	1,0	2,96	0,95- 9,23	0	0,3	0,00	—	0,381
661 Clasificadores de correo y carteros	1	0,4	2,62	0,37-18,68	1	0,9	1,05	0,15- 7,51	0,728
736 Colador y moldeador del metal	1	0,4	2,50	0,35-17,84	1	0,5	1,98	0,28-14,11	0,322
738 Otro trabajo del procesamiento del metal	2	0,3	6,76	1,68-27,21	0	0,1	0,00	—	0,078
752 Reparadores de maquinaria	7	3,5	2,05	0,97- 4,34	7	3,4	2,14	1,01- 4,54	0,010*
755 Soldadores y cortadores con llama	3	1,3	2,47	0,79- 7,71	1	1,5	0,67	0,09- 4,77	0,772
756 Forja, ajuste de metales en la construc.	2	0,5	3,63	0,90-14,63	0	0,4	0,00	—	0,680
768 Otro trab. eléctrico y electrónico	0	0,4	0,00	—	2	0,1	18,69	4,64-75,28	0,002*
774 Fab. estructuras de madera para armar	2	0,9	2,82	0,70-11,36	0	0,2	0,00	—	0,445
782 Pintores de espray industrial.....	2	0,4	5,08	1,26-20,44	0	0,3	0,00	—	0,506
801 Tipógrafos, litógrafos	2	0,5	3,93	0,98-15,82	2	1,5	1,26	0,31- 5,06	0,389
853 Curtidor y preparador de pieles	2	0,1	31,30	7,76-999,9	0	0,1	0,00	—	0,067
881 Empaquetadores, embaladores	2	0,6	3,29	0,82-13,23	0	0,1	0,00	—	0,305
882 Estibadores	1	0,5	1,93	0,27-13,79	1	0,4	2,62	0,37-18,72	0,246
902 Policías	0	0,2	0,00	—	4	1,2	3,30	1,23- 8,87	0,023*
903 Oficiales de aduana	0	0,0	0,00	—	2	0,3	6,59	1,64-26,51	0,010*

¹ RR ajustados por edad, periodo y área geográfica.

² Valor p de la relación dosis-respuesta tomando los expuestos en ambos censos como categoría de mayor exposición.

Tabla 19. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres. Riesgo Relativo en los expuestos en 1970 y no en 1960 y en los que refirieron dicha ocupación en ambos censos. Significación estadística de la relación dosis-respuesta (continuación)

Código ocupación	Expuestas sólo en 1970				Expuestas en 1960 y 1970				p ²
	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	Obs.	Esp.	RR ¹	IC 95%	
908 Otro trab. de servicio de protección civil	1	0,9	1,11	0,16- 7,88	1	0,2	4,76	0,67-33,94	0,218
931 Trabajadores mantenimiento edificios	3	2,6	1,17	0,37- 3,65	2	1,0	2,05	0,51- 8,25	0,336
932 Limpiadores	2	0,6	3,41	0,85-13,71	0	0,1	0,00	—	0,278
941 Peluqueros, esteticistas	0	0,0	0,00	—	2	0,7	2,87	0,71-11,54	0,146
981 Miembros de las fuerzas armadas	1	0,3	3,18	0,45-22,66	3	1,4	2,13	0,68- 6,64	0,127
ALGUNAS AGRUPACIONES DE OCUPACIONES SIMILARES									
50-59 Profesorado	6	3,3	1,87	0,83- 4,21	3	2,7	1,12	0,36- 3,50	0,370
711-719 Confección	1	0,6	1,76	0,25-12,55	1	0,9	1,06	0,15- 7,55	0,796
731-739 Procesado de metales	4	2,5	1,78	0,66- 4,79	2	1,8	1,17	0,29- 4,73	0,447
801-809 Grupo de trabajo de imprenta	2	0,7	2,86	0,71-11,51	2	1,6	1,14	0,28- 4,60	0,525
811-819 Grupo de alfarería, vidrio y cerámica	2	0,5	3,60	0,89-14,48	0	0,3	0,00	—	0,524

¹ RR ajustados por edad, periodo y área geográfica.

² Valor p de la relación dosis-respuesta tomando los expuestos en ambos censos como categoría de mayor exposición.

Tabla 20. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres.
Riesgo Relativo en la cohorte general y en la subcohorte de trabajadores
que refirieron dicha ocupación en ambos censos. Intervalos de Confianza calculados
mediante regresión de Poisson y mediante métodos robustos

Código ocupación	Edad 25-49			Edad 50-79		
	RR ¹	IC _P ² 95%	IC _R ³ 95%	RR ¹	IC _P ² 95%	IC _R ³ 95%
3 Ingenieros mecánicos	1,31	0,73-2,34	0,82-2,16	1,57	0,74-3,34	0,79-3,22
6 Ingenieros no especializados	1,45	0,54-3,88	0,61-3,39	2,21	0,55-8,89	0,62-7,90
31 Médicos y cirujanos	2,11	0,52-8,49	0,60-7,34	1,29	0,18-9,20	0,21-8,04
50 Rectores, directores de centros	2,98	0,74-12,0	0,79-11,2	0,00	—	—
51 Prof univers. y escuela superior	3,22	0,80-12,9	0,91-11,3	0,00	—	—
61 Sacerdotes, pastores	2,92	0,73-11,8	0,78-10,8	3,48	0,86-14,0	0,93-13,0
93 Bibliotecario, archivero, museos	9,78	3,13-30,6	3,83-24,6	10,07	1,41-71,9	1,56-65,0
111 Directores generales de empresa	1,55	0,69-3,49	0,73-3,23	3,64	1,62-8,18	1,73-7,61
292 Empleados de banca	6,89	2,20-21,6	2,50-19,0	6,27	0,88-44,8	1,14-34,1
294 Agentes de transporte marítimo	3,61	0,90-14,5	0,59-21,8	0,00	—	—
299 Trab. de oficina no especificado	2,26	1,07-4,80	1,07-4,87	5,83	0,82-41,6	0,82-41,7
332 Empresarios de tiendas	1,47	0,47-4,58	0,38-5,55	1,29	0,18-9,18	0,18-9,11
631 Maquinistas y ayudantes	1,73	0,43-6,96	0,45-6,64	1,99	0,50-8,02	0,52-7,60
643 Jefe, inspector transp. ferrov.	2,26	0,72-7,04	0,85-5,92	0,00	—	—
661 Clasificador de correo y cartero	1,50	0,37-6,04	0,40-5,69	1,05	0,15-7,51	0,15-7,15
736 Colador y moldeador del metal	2,21	0,55-8,89	0,67-7,16	1,98	0,28-14,1	0,29-13,7
738 Otro trab. procesam. del metal	5,28	1,31-21,3	1,52-18,1	0,00	—	—
752 Reparadores de maquinaria	2,09	1,22-3,59	1,16-3,77	2,14	1,01-4,54	1,06-4,31
755 Soldadores cortadores con llama	1,48	0,55-3,97	0,50-4,36	0,67	0,09-4,77	0,10-4,54
756 Forja, ajuste metales en const.	2,08	0,52-8,37	0,56-7,70	0,00	—	—
768 Otro trab. eléctrico electrónico	3,65	0,91-14,7	1,19-10,9	18,69	4,64-75,3	6,47-53,0
774 Fab. estruct. madera para armar	2,25	0,56-9,08	0,59-8,67	0,00	—	—
782 Pintores de espray industrial	2,70	0,67-10,9	0,67-11,1	0,00	—	—
801 Tipógrafos, litógrafos	1,91	0,71-5,13	0,79-4,64	1,26	0,31-5,06	0,36-4,32
853 Curtidor preparador de pieles	11,78	2,92-47,6	2,26-59,2	0,00	—	—
881 Empaquetadores, embaladores	2,71	0,67-10,9	0,75-9,70	0,00	—	—
882 Estibadores	2,23	0,55-8,96	0,63-7,80	2,62	0,37-18,7	0,44-15,2
902 Policías	2,90	1,08-7,80	1,01-8,23	3,30	1,23-8,87	1,15-9,39
903 Oficiales de aduana	5,68	1,41-22,9	1,60-20,0	6,59	1,64-26,5	1,87-23,1
908 Otro servicio protec. civil	1,80	0,45-7,22	0,46-7,07	4,76	0,67-33,9	0,68-33,4
931 Trab. mantenimiento edificios	1,41	0,58-3,42	0,55-3,65	2,05	0,51-8,25	0,29-14,7
932 Limpiadores	2,82	0,70-11,3	0,80-9,86	0,00	—	—
941 Peluqueros, esteticistas	2,72	0,68-10,9	0,79-9,20	2,87	0,71-11,5	0,83-9,74
981 Miembros de las fuerzas armadas	2,32	0,86-6,22	0,82-6,43	2,13	0,68-6,64	0,56-8,01
ALGUNAS AGRUPACIONES DE OCUPACIONES SIMILARES						
50-59 Profesorado	1,53	0,79-2,98	0,82-2,83	1,12	0,36-3,50	0,38-3,25
711-719 Confección	1,32	0,33-5,32	0,34-5,12	1,06	0,15-7,55	0,15-7,42
731-739 Procesado de metales	1,52	0,67-3,42	0,71-3,22	1,17	0,29-4,73	0,29-4,69
801-809 Grupo trabajo de imprenta	1,63	0,61-4,39	0,67-3,95	1,14	0,28-4,60	0,33-3,94
811-819 Grupo vidrio alfar.cerámica	2,35	0,58-9,47	0,61-8,93	0,00	—	—

¹ RR ajustados por edad, periodo y área geográfica.

² Intervalo de Confianza al 95% de la Regresión de Poisson.

³ Intervalo de Confianza al 95% calculado mediante métodos robustos.

La tabla 20 compara los intervalos de confianza obtenidos a partir de los modelos de regresión de Poisson y los calculados utilizando estimadores robustos de la varianza para la cohorte general y para la subcohorte de expuestos en ambos censos. A pesar de la escasez de casos por estrato en el análisis de este tumor, ambos métodos proporcionan en general una precisión bastante similar.

Se ha omitido la presentación del análisis de evolución temporal del riesgo debido a que únicamente 2 ocupaciones —los ingenieros mecánicos y los reparadores de maquinaria— presentaban efectivos suficientes para realizar este análisis. Ninguna de ellas mostró una tendencia a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta todos los resultados presentados, las ocupaciones consistentemente asociadas con un mayor riesgo de cáncer de mama en nuestro estudio son las siguientes:

5.2.1.1. Ocupaciones con probable exceso de riesgo (al menos 3 casos observados)

- (093) *Bibliotecario, archivista y personal de museos*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (994).
 - Aparece entre las cuatro primeras destacadas en el normograma.
 - RR elevado y significativo en tanto en la cohorte general (9,78) como en la subcohorte de expuestos en ambos censos (10,07). No valorable en menores de 65 años.
 - Dosis respuesta estadísticamente significativa ($p < 0,01$).
 - El RR sigue siendo significativo en la comparación intrasector (9,33).
- (292) *Empleados de banca*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (722).
 - Aparece entre las cuatro primeras en el normograma.
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (6,89). No valorable en la subcohorte de expuestos en ambos censos (un único caso). Tampoco es valorable en menores de 65 años.
 - El RR sigue siendo significativo en la comparación intrasector (5,77).
- (299) *Trabajo de oficina no especificado*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (226).
 - Aparece entre las cuatro primeras en el normograma.
 - RR significativo y elevado en la cohorte general (2,26) y en menores de 65 años (2,15). No valorable en la subcohorte de expuestos en ambos censos (un único caso).

- (752) *Reparadores de maquinaria*
 - SIR elevado y estadísticamente significativo (202).
 - Aparece la primera en el normograma.
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (2,09), en la subcohorte de expuestos en ambos censos (2,14).
 - Dosis respuesta significativa ($p=0,010$).
 - RR elevado y significativo en menores de 65 años (2,24).
 - RR también significativo en la comparación intrasector (2,36).
- (902) *Policías*
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (2,90) y en la subcohorte de expuestos en ambos censos (3,30).
 - Dosis respuesta significativa ($p=0,023$).
 - RR elevado y significativo en menores de 65 años (1,79).

5.2.1.2. *Ocupaciones con posible exceso de riesgo*

- (738) *Otro trabajo del procesamiento del metal*
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (5,28). No valorable en la subcohorte de expuestos en ambos censos (0 casos). No valorable tampoco en menores de 65 años.
 - RR elevado y significativo en la comparación intrasector (5,29).
- (768) *Otro trabajo eléctrico y electrónico*
 - RR elevado en la cohorte general (3,65), que es significativo cuando la varianza se calcula mediante métodos robustos. RR elevado y significativo en la subcohorte de expuestos en ambos censos (18,69).
 - Dosis respuesta significativa ($p=0,002$).
- (853) *Curtidor y preparador de pieles*
 - SIR elevado y significativo (1351).
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (11,79). No valorable en la subcohorte de expuestos en ambos censos (0 casos).
 - RR elevado y significativo en menores de 65 años (21,87).
 - RR elevado y significativo en la comparación intrasector (16,71).
- (903) *Oficiales de aduanas*
 - RR elevado y significativo en la cohorte general (5,68) y en la subcohorte de expuestos en ambos censos (6,59).
 - Dosis respuesta significativa ($p=0,010$).
 - RR elevado y significativo en menores de 65 años (8,86).

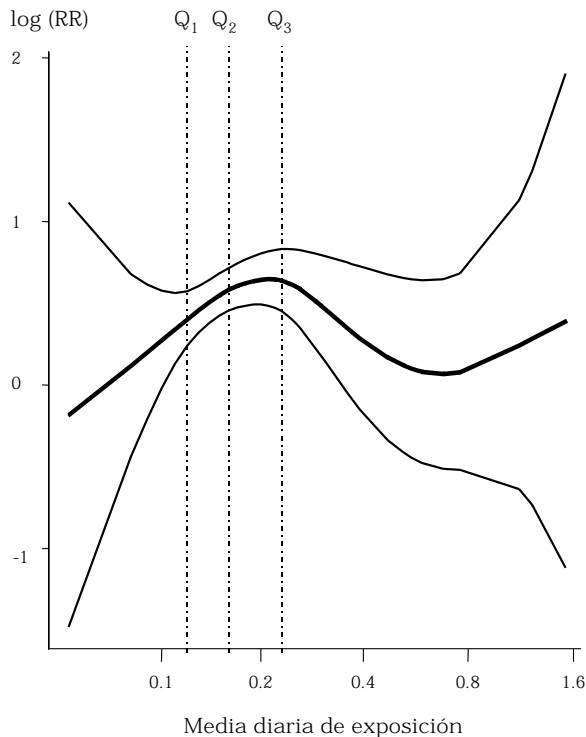
5.2.1.3. Otras ocupaciones con posible exceso de riesgo

- (111) Directores generales de empresa
 - RR elevado y significativo en la subcohorte de expuestos en ambos censos (3,64).

5.2.2. Cáncer de mama en hombres y la exposición ocupacional a campos magnéticos de baja frecuencia

En las figuras 10 y 11 se presenta el resultado gráfico de los modelos aditivos generalizados (GAM) utilizando como variable de exposición alternativamente la media geométrica de la exposición promedio diaria (figura 10) o el porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a $0,20 \mu\text{T}$ (figura 11).

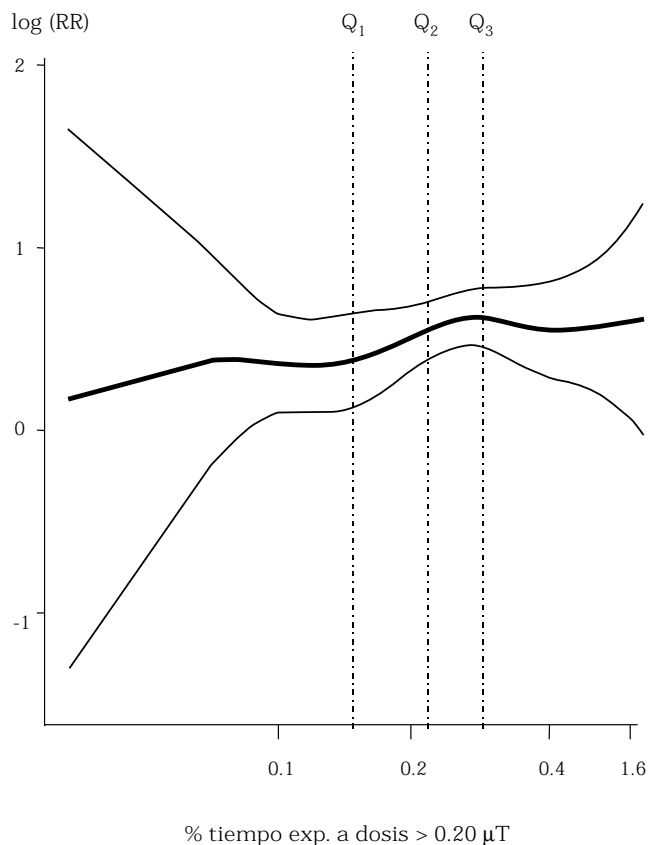
Figura 10. Cáncer de mama en hombres. Curva de la relación dosis-respuesta con respecto a la media geométrica de exposición promedio diaria (en μT) con sus intervalo de confianza al 95%. Las líneas verticales corresponden a los cuartiles



Significación estadística de la relación no lineal: $p=0,05$

Figura 11. Cáncer de mama en hombres. Curva de la relación dosis-respuesta con respecto al porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a $0,20 \mu\text{T}$ con su intervalo de confianza al 95%.

Las líneas verticales corresponden a los cuartiles.



Significación estadística de la relación no lineal: $p=0,53$

La única de estas variables de exposición que muestra una relación dosis-respuesta casi significativa fue la “exposición promedio diaria” ($p=0,05$) con un patrón ascendente-descendente y un posible ascenso final que muestra una gran variabilidad aleatoria ya que está basado en muy pocas observaciones. Para el porcentaje de tiempo de exposición a dosis por encima de $0,20 \mu\text{T}$ la curva obtenida es claramente no significativa.

En la tabla 21 se presenta el Riesgo Relativo por cuartiles de “exposición promedio diaria”. Las columnas de la izquierda corresponden al total de la cohorte, mientras que las de la derecha son los estimadores obtenidos cuando se consideraron únicamente trabajadores menores de 65 años en los que, de

acuerdo con la bibliografía, el efecto ocupacional de la exposición a campos electromagnéticos sería más marcado. En los 2 casos se presenta también el efecto utilizando solamente la subcohorte de trabajadores que refirieron la misma ocupación en ambos censos. Debido al interés de investigar si la duración de la exposición es en sí misma un parámetro de importancia, en vista de que la curva dosis-respuesta no fue significativa se decidió utilizar un único punto de corte correspondiente a 1/3 de la jornada laboral (punto cercano al tercer cuartil de la distribución de esta variable). El análisis de los cuartiles reproduce lo observado en la figura 1. El efecto es más marcado para el primer cuartil, y parece perder intensidad en los siguientes, aunque los intervalos de confianza de todos ellos se solapan. El efecto es algo mayor en los menores de 65 años, y en todos los casos los estimadores aumentan cuando se reduce el análisis a la subcohorte de trabajadores con la misma ocupación en ambos censos (para los cuales la definición de la misma es más específica).

Tabla 21. Riesgo relativo de cáncer de mama en hombres en relación a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 65 años			
	Total (203 casos)		Subcohorte 60=70 (98 casos)		Total (124 casos)		Subcohorte 60=70 (53 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
<i>Exposición promedio diaria (cuartiles y percentil 90)</i>								
≤ 0,12 μ T	1		1		1		1	
0,12-0,16 μ T	1,37	0,95-1,98	1,88	1,14-3,11	1,56	0,97-2,52	2,04	1,00-4,15
0,16-0,22 μ T	1,25	0,82-1,91	1,44	0,76-2,65	1,02	0,56-1,85	1,36	0,55-3,35
0,22-0,30 μ T	1,64	1,03-2,62	1,52	0,74-3,17	1,99	1,11-3,56	2,12	0,83-5,38
> 0,30 μ T	0,92	0,53-1,60	0,86	0,41-1,99	1,00	0,49-2,02	1,06	0,37-3,00
<i>Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT</i>								
≤ 0,12 μ T	1		1		1		1	
> 0,12 μ T	1,31	0,94-1,81	1,53	0,98-2,40	1,39	0,90-2,15	1,69	0,89-3,23
> 33%	0,85	0,60-1,21	0,49	0,26-0,92	0,85	0,54-1,32	0,55	0,25-1,22

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo y área geográfica.

La tabla 22 presenta un análisis estratificado por porcentaje de tiempo de exposición a magnitudes superiores a 0,20 μ T. En el análisis de los expuestos durante más de 1/3 del tiempo, no fue posible utilizar los cuartiles de toda la cohorte, dado que sus dosis son más altas, por lo que se tomó como puntos de corte la mediana y el tercer cuartil de la distribución en ese grupo.

Tabla 22. Riesgo relativo de cáncer de mama en hombres en relación a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos estratificados según el tiempo de exposición a dosis superiores a 0,20 μT

Tipo de medida	Toda la cohorte				Menores de 65 años			
	Total		Subcohorte 60=70		Total		Subcohorte 60=70	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
EXPUESTOS MENOS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:								
Exposición promedio diaria (cuartiles)								
$\leq 0,12 \mu\text{T}$	1		1		1		1	
0,12-0,16 μT	1,38	0,96-2,00	1,88	1,14-3,11	1,56	0,97-2,52	2,01	0,99- 4,11
0,16-0,22 μT	1,43	0,89-2,30	2,04	1,06-3,92	1,26	0,66-2,42	2,27	0,93- 5,58
$> 0,22 \mu\text{T}$	1,72	1,01-2,93	2,04	0,95-4,38	1,81	0,91-3,58	2,15	0,75- 6,12
EXPUESTOS MÁS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS $\geq 0,20 \mu\text{T}$:								
Exposición promedio diaria (cuartil 2.º y 3.º para este grupo)								
$\leq 0,26 \mu\text{T}$	1		1		1		1	
0,26-0,31 μT	0,71	0,25-2,07	2,19	0,49-9,79	1,20	0,39-3,73	7,75	0,81-74,62
$> 0,31 \mu\text{T}$	1,13	0,56-2,28	1,73	0,43-6,96	1,32	0,54-3,23	4,73	0,34-45,59
COMBINANDO AMBAS VARIABLES								
$< 33\% \text{ \& } \leq 0,20 \mu\text{T}$	1		1		1		1	
$< 33\% \text{ \& } > 0,20 \mu\text{T}$	1,44	0,95-2,20	1,60	0,87-2,96	1,47	0,86-2,52	1,73	0,77- 3,90
$> 33\% \text{ \& } \leq 0,30 \mu\text{T}$	0,88	0,57-1,38	0,43	0,17-1,06	0,80	0,45-1,44	0,32	0,08- 1,32
$> 33\% \text{ \& } > 0,30 \mu\text{T}$	0,91	0,53-1,55	0,62	0,27-1,43	1,03	0,55-1,93	0,89	0,35- 2,25

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo y área geográfica.

En el grupo expuesto durante menos de 1/3 de la jornada laboral a dosis superiores a 0,20 μT los trabajadores situados en los tres cuartiles superiores respecto al promedio diario de exposición muestran un claro exceso de riesgo en comparación con el primer cuartil, mientras que en el grupo más crónicamente expuesto el patrón es menos claro. En el análisis conjunto, aunque los resultados no son significativos el exceso de riesgo se concentra particularmente en trabajadores expuestos de forma más esporádica a dosis por encima de las 0,20 μT .

Finalmente, a sugerencia de la creadora de la matriz utilizada, se realizó el mismo análisis de forma independiente en los sectores ocupacionales 0-3 (profesionales, directivos, administrativos y ventas), y en los sectores 6-9 (transporte y comunicaciones, producción y servicios). Los sectores 4 (agricultura) y 5 (minería) están excluidos de este análisis ya que en ninguno de estos sectores se identificaron ocupaciones de riesgo, y además para el segundo grupo no se dispone de medidas de exposición a campos magnéticos. El resultado se presenta en la tabla 23. En este análisis la disminu-

ción de efectivos supone un gran aumento de la imprecisión de los estimadores.

En los sectores 0-3, no es evidente ningún efecto, y sólo la subcohorte de expuestos en ambos censos arroja algún RR por encima de la unidad que está muy lejos de la significación estadística. Es de mencionar que en estos sectores ocupacionales no se produjo ningún caso en el último estrato de "exposición intermitentemente" ($< 1/3$ de la jornada laboral) a dosis superiores a $0,20 \mu\text{T}$, por lo que el estimador del efecto es 0.

Las estimaciones obtenidas en la cohorte general se deben fundamentalmente a lo ocurrido en los sectores ocupacionales 6-9 (transporte y comunicaciones, producción y servicios). En estos sectores, a pesar de la imprecisión debida al menor número de efectivos, los tres cuartiles superiores muestran un RR elevado al compararlos con el cuartil inferior. La relación es de nuevo más clara cuando se analizan únicamente los expuestos menos de $1/3$ del tiempo a dosis superiores a $0,20 \mu\text{T}$. En el análisis conjunto final, los trabajadores expuestos de forma intermitente con una dosis media superior a $0,20 \mu\text{T}$ tienen una incidencia dos veces superior a la del grupo de referencia, mientras que los expuestos de forma más continuada no muestran un exceso de riesgo.

La última pregunta respecto a la exposición ocupacional a los campos magnéticos es hasta qué punto dicha exposición explica los resultados encontrados para las ocupaciones con exceso de riesgo. Por ello, en la tabla 24 se presentan los resultados de las ocupaciones analizadas en el apartado antes y después de ajustar por cuartiles de exposición promedio diaria. Están resaltadas con mayor y menor intensidad respectivamente las ocupaciones probablemente y posiblemente asociadas al cáncer de mama masculino. Como se observa en la tabla, este ajuste no modifica ninguna de las conclusiones anteriores, si bien hay que destacar que no se dispone de medida de exposición a campos electromagnéticos para algunas de las ocupaciones de interés (bibliotecarios, archiveros y personal de museos, trabajo de oficina no especificado, otro trabajo eléctrico y electrónico, curtidores y preparadores de pieles y oficiales de aduana).

Tabla 23. Riesgo relativo de cáncer de mama en hombres en relación a la exposición ocupacional a campos electromagnéticos. Análisis por separado de los sectores ocupacionales 0-3 (columnas de la izquierda) y 6-9 (columnas de la derecha)

Tipo de medida	Sectores 0-3				Sectores 6-9			
	Total (77 casos)		Subcohorte 60=70 (33 casos)		Total (103 casos)		Subcohorte 60=70 (48 casos)	
	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%	RR ¹	IC 95%
TOTAL								
Exposición promedio diaria (cuartiles)								
≤ 0,12 μT	1		1		1		1	
0,12-0,16 μT	0,80	0,29-2,23	1,88	0,25-14,06	1,49	0,88-2,61	2,35	1,09-5,47
0,16-0,22 μT	0,65	0,23-1,89	1,31	0,17-10,25	1,68	0,86-3,40	2,21	0,80-6,09
0,22-0,30 μT	0,65	0,19-2,21	0,80	0,07- 8,88	2,17	0,86-2,54	2,56	1,01-6,48
> 0,30 μT	0,83	0,19-3,72	1,30	0,08-20,83	1,01	0,51-2,02	0,96	0,35-2,64
Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT								
≤ 0,12 μT	1		1		1		1	
> 0,12 μT	0,73	0,27-2,00	1,52	0,21-11,16	1,54	0,98-2,42	1,98	0,99-3,98
Porcentaje de tiempo de exposición a dosis ≥ 0,20 μT								
> 33%	0,81	0,49-1,35	0,41	0,16- 1,06	0,80	0,47-1,35	0,48	0,20-1,16
EXPUESTOS MENOS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS ≥ 0,20 μT:								
Exposición promedio diaria (cuartiles)								
≤ 0,12 μT	1		1		1		1	
0,12-0,16 μT	0,79	0,28-2,21	1,87	0,25-13,98	1,49	0,88-2,52	2,34	1,09-5,04
0,16-0,23 μT	0,74	0,24-2,26	1,94	0,24-15,56	1,87	0,94-3,73	3,16	1,15-8,70
> 0,23 μT	0,00	—	0,00	—	2,56	1,38-4,74	3,18	1,21-8,36
EXPUESTOS MÁS DEL 33% DEL TIEMPO A DOSIS ≥ 0,20 mT:								
Exposición promedio diaria (cuartil 2.º y 3.º para este grupo)								
≤ 0,26 μT	1		1		1		1	
0,26-0,31 μT	0,50	0,07-3,81	2,84	0,30-27,34	0,81	0,20-3,25	2,18	0,20-24,02
> 0,31 μT	1,62	0,47-5,57	3,32	0,34-32,14	0,98	0,35-2,76	1,73	0,18-16,67
COMBINANDO AMBAS VARIABLES								
< 33% & ≤ 0,20 μT	1		1		1		1	
< 33% & > 0,20 μT	0,00	—	0,00	—	1,94	1,21-3,12	2,15	1,06-4,38
> 33% & ≤ 0,30 μT	0,76	0,44-1,31	0,37	0,13- 1,04	0,97	0,42-2,24	0,35	0,05-2,53
> 33% & > 0,30 μT	1,04	0,33-3,32	0,70	0,10- 5,18	0,93	0,50-1,73	0,64	0,25-1,65

¹ Riesgo relativos ajustados por edad, periodo y área geográfica.

Tabla 24. Ocupaciones con riesgo elevado de cáncer de mama en hombres. Riesgo Relativo en la cohorte general y en la subcohorte de trabajadores que refirieron dicha ocupación en ambos censos, sin y tras el ajuste por cuartiles de exposición a campos electromagnéticos

Código ocupación	Total de la cohorte				Expuestos en 1960 y 1970			
	RR ¹	IC1 95%	RR ²	IC2 95%	RR ¹	IC1 95%	RR ²	IC2 95%
3 Ingenieros mecánicos	1,31	0,73- 2,34	1,45	0,74- 2,87	1,57	0,74- 3,34	1,74	0,76- 4,01
6 Ingenieros no especializados.....	1,45	0,54- 3,88	1,34	0,49- 3,69	2,21	0,55- 8,89	2,06	0,50- 8,40
31 Médicos y cirujanos	2,11	0,52- 8,49	2,74	0,66-11,29	1,29	0,18- 9,20	1,67	0,23-12,14
50 Rectores, directores de centros	2,98	0,74-12,00	2,79	0,68-11,36	0,00	—	0,00	—
51 Prof. univers. y escuela superior.....	3,22	0,80-12,94	3,01	0,74-12,28	0,00	—	0,00	—
61 Sacerdotes, pastores	2,92	0,73-11,76	2,72	0,67-11,09	3,48	0,86-13,99	3,23	0,79-13,20
93 Bibliotecario, archivero, museos	9,78	3,13-30,57	—	—	10,07	1,41-71,87	—	—
111 Directores generales de empresa	1,55	0,69- 3,49	1,46	0,63- 3,37	3,64	1,62- 8,18	3,42	1,48- 7,90
292 Empleados de banca	6,89	2,20-21,57	7,46	2,29-24,26	6,27	0,88-44,81	6,81	0,93-49,72
294 Agentes de transporte marítimo	3,61	0,90-14,52	3,71	0,90-15,34	0,00	—	0,00	—
299 Trab. de oficina no especificado	2,26	1,07- 4,80	—	—	5,83	0,82-41,60	—	—
332 Empresarios de tiendas	1,47	0,47- 4,58	1,49	0,46- 4,82	1,29	0,18- 9,18	1,31	0,18- 9,53
631 Maquinistas y ayudantes	1,73	0,43- 6,96	—	—	1,99	0,50- 8,02	—	—
643 Jefe, inspector transp. ferrov.	2,26	0,72- 7,04	—	—	0,00	—	—	—
661 Clasificador de correo y cartero	1,50	0,37- 6,04	1,52	0,37- 6,29	1,05	0,15- 7,51	1,07	0,15- 7,75
736 Colador y moldeador del metal	2,21	0,55- 8,89	—	—	1,98	0,28-14,11	—	—
738 Otro trab. procesamiento del metal	5,28	1,31-21,27	5,43	1,31-22,46	0,00	—	0,00	—
752 Reparadores de maquinaria	2,09	1,22- 3,59	2,50	1,33- 4,69	2,14	1,01- 4,54	2,55	1,12- 5,79
755 Soldadores y cortadores con llama	1,48	0,55- 3,97	1,51	0,54- 4,21	0,67	0,09- 4,77	0,68	0,09- 4,97
756 Forja, ajuste metales en la const.	2,08	0,52- 8,37	2,09	0,50- 8,64	0,00	—	0,00	—
768 Otro trab. eléctrico y electrónico	3,65	0,91-14,67	—	—	18,69	4,64-75,28	—	—
774 Fab. estruct. madera para armar	2,25	0,56- 9,08	2,34	0,56- 9,74	0,00	—	0,00	—
782 Pintores de spray industrial.....	2,70	0,67-10,85	3,49	0,85-14,39	0,00	—	0,00	—
801 Tipógrafos, litógrafos	1,91	0,71- 5,13	1,80	0,65- 4,93	1,26	0,31- 5,06	1,19	0,29- 4,84
853 Curtidor y preparador de pieles	11,78	2,92-47,55	—	—	0,00	—	—	—
881 Empaquetadores, embaladores	2,71	0,67-10,88	2,77	0,67-11,44	0,00	—	0,00	—
882 Estibadores	2,23	0,55- 8,96	2,85	0,69-11,74	2,62	0,37-18,72	3,33	0,46-24,22
902 Policías	2,90	1,08- 7,80	2,75	1,00- 7,53	3,30	1,23- 8,87	3,12	1,14- 8,57
903 Oficiales de aduana	5,68	1,41-22,86	—	—	6,59	1,64-26,51	—	—
908 Otro trab. servicio protec. civil.....	1,80	0,45- 7,22	1,86	0,45- 7,72	4,76	0,67-33,94	4,93	0,68-35,94
931 Trab. mantenimiento edificios	1,41	0,58- 3,42	1,49	0,58- 3,80	2,05	0,51- 8,25	2,16	0,52- 9,01
932 Limpiadores	2,82	0,70-11,34	3,66	0,89-15,10	0,00	—	0,00	—
941 Peluqueros, esteticistas	2,72	0,68-10,93	—	—	2,87	0,71-11,54	—	—

¹ RR ajustados por edad, periodo y área geográfica.

² RR ajustados por edad, periodo, área geográfica y exposición promedio a campos electromagnéticos (en cuartiles).

6. DISCUSIÓN

6.1. *Discusión de la metodología empleada*

A continuación se comentan algunos aspectos del diseño del estudio y de la metodología empleada que deben ser tenidos en cuenta a la hora de interpretar los resultados.

6.1.1. Tipo de estudio presentado

El trabajo de la presente tesis, tal como se ha descrito en la metodología, es un estudio de cohortes con base poblacional de tipo retrospectivo. Las características de este tipo de estudio suponen una serie de ventajas e inconvenientes respecto a otros tipos de diseño:

- Frente a los estudios de casos y controles los estudios de cohortes implican definir la exposición antes de producirse el evento, lo que elimina la posibilidad de sesgo de recuerdo.
- El seguimiento propio de los estudios de cohortes permite medir directamente la frecuencia de aparición del evento en forma de tasas, cosa imposible en un estudio de casos y controles. La medida del efecto en un estudio de cohortes es la razón de tasas de incidencia, cantidad a la que, bajo determinadas asunciones, se aproxima la *odds ratio*, medida del efecto obtenida en los estudios de casos y controles.
- La inclusión de toda la población trabajadora en el estudio supone una ausencia de sesgo de selección.
- Este tipo de diseño permite estudiar todas las ocupaciones presentes en la población a estudio, algo imposible en los estudios de cohortes específicas y en la inmensa mayoría de estudios de casos y controles.
- La eliminación de la población no activa hace menos probable el sesgo del trabajador sano.
- El carácter retrospectivo del estudio impone la necesidad de depender de fuentes de información preestablecidas, como son los censos y registros, cuya calidad es determinante en este tipo de estudios. Afortunadamente, como ya se comentó, la calidad de los registros nórdicos es excelente.

- La medida de la exposición y de otras variables en estos estudios se refiere a un momento concreto en el tiempo, por lo que aumentan las posibilidades de sesgo de clasificación no diferencial en cuanto a la ocupación.
- La dependencia de fuentes de información secundarias limita la información disponible sobre los factores de confusión que sería deseable tener en cuenta en el análisis.

6.1.2. Grupo de referencia elegido

Con motivo de eliminar el efecto de un posible “sesgo del trabajador sano” [Breslow, 1990; Arrighi, 1994], como ya se explicó anteriormente, decidimos incluir únicamente a la población activa en nuestro estudio. Este sesgo está suficientemente documentado en población trabajadora masculina y en principio podría existir también en la población trabajadora femenina. No obstante, las razones que mantienen a muchas mujeres a permanecer fuera del mercado laboral son múltiples, por lo que las amas de casa no necesariamente constituyen un grupo menos saludable que las mujeres trabajadoras. De hecho, un estudio reciente ha comunicado una ausencia de sesgo del trabajador sano en las mujeres suecas [Gridley, 1999]. De todas formas, la eliminación de las amas de casa del análisis tiende a homogeneizar el grupo de comparación respecto a los factores de riesgo, como han comprobado antes otros autores [Threlfall, 1985; King, 1994], ya que las amas de casa tienden a tener un mayor número de hijos y una menor edad al primer parto. De hecho, en Suecia la incidencia de cáncer de mama es mayor en mujeres trabajadoras que en amas de casa y esta diferencia aumenta con el nivel socioeconómico [Gridley, 1999].

Otro aspecto a considerar es la elección del grupo de referencia al analizar el riesgo por ocupación. En el cálculo de los casos esperados se ha considerado el total de la cohorte, lo cual proporciona una mayor estabilidad a los estimadores. La alternativa podría haber sido realizar comparaciones eligiendo una única ocupación como nivel de referencia. Esta estrategia, adoptada en algunos de los artículos revisados [Talamini, 1984; Ewertz, 1988; Barbone, 1996], es menos atractiva por ser más inestable desde el punto de vista estadístico y sobre todo por la dificultad de comparar los estimadores del efecto con los publicados en la mayoría de los estudios. El cálculo de los casos esperados tomando como referencia toda la cohorte sin embargo reduce los estimadores del efecto, un sesgo que es proporcional a la frecuencia de la enfermedad bajo estudio y a la prevalencia de la ocupación correspondiente dentro de la cohorte [Jones, 1998]. Esta dilución del efecto puede ser particularmente importante en el cálculo de los SIRs y RR de los distintos sectores ocupacionales, según la frecuencia relativa de cada uno de ellos.

6.1.3. Medida de la exposición

Como se señala en el último punto del apartado anterior, la necesidad de basar la condición de exposición para cada individuo en la información del censo de 1970 implica la posibilidad de considerar dentro de una determinada ocupación personas que trabajaron en ese puesto durante un corto intervalo, insuficiente para desencadenar o promover el desarrollo tumoral. En términos epidemiológicos esta limitación se traduce en un sesgo de clasificación no diferencial, ya que no tenemos razones para creer que la probabilidad de clasificar mal a una persona en cuanto a la ocupación desempeñada esté asociada con la probabilidad de desarrollar un cáncer de mama. El efecto de los sesgos de clasificación no diferencial es desviar el estimador del efecto hacia la hipótesis nula, dificultando la posibilidad de encontrar asociaciones significativas.

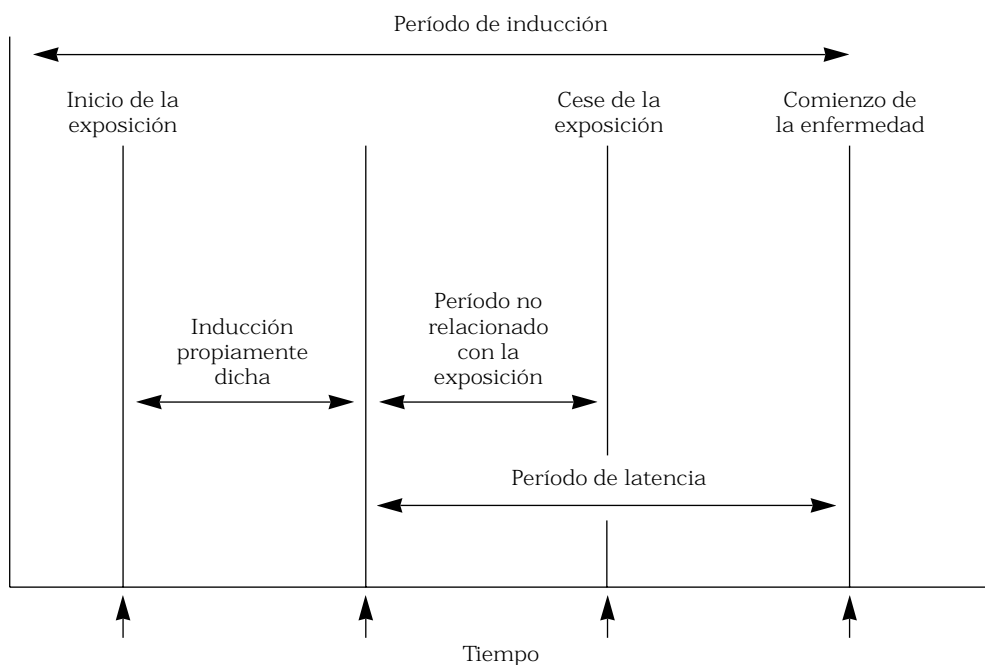
En nuestro estudio, la disponibilidad de información sobre la ocupación en el censo de 1960 ha permitido definir para cada ocupación una subcohorte de personas más específicamente expuestas, considerando solamente aquellos trabajadores con dicha ocupación en ambos censos. Este es uno de los puntos fuertes del diseño presentado, algo bastante novedoso en relación a los estudios de cohortes poblacionales publicados en la literatura. La obtención de estas subcohortes sin embargo no es igual de factible en todas las ocupaciones, citaremos como un ejemplo extremo de esta circunstancia la ocupación de analista de sistemas y programador, ocupación que no existía como tal en 1960. Para otros códigos ocupacionales fue posible obtener una subcohorte muy reducida, lo que limita seriamente la potencia del análisis. Por último hay que tener en cuenta que la población femenina, aún tratándose de Suecia, no estaba plenamente incorporada al mundo laboral en 1960 y mucho menos era frecuente encontrar mujeres en los sectores de producción tradicionalmente masculinos. Todas estas razones impiden basar las conclusiones en los resultados obtenidos en los expuestos en ambos censos, por lo que este subgrupo ha sido utilizado allí donde era posible para confirmar o no los hallazgos encontrados en la cohorte general.

Los posibles cambios de ocupación experimentados por las personas de la cohorte durante el seguimiento han sido totalmente ignorados en el análisis, ya que no disponíamos de esta información. Sin embargo, teniendo en cuenta que los periodos de inducción propuestos para los tumores sólidos en general son superiores a 10 años [Armenian, 1974], las ocupaciones muy recientes jugarían un papel muy secundario.

6.1.4. Períodos de inducción y latencia

En la figura 12 se presenta un esquema con los conceptos de inducción y latencia manejados en la epidemiología de enfermedades crónicas. La definición de periodo de inducción no es la misma para todos los autores, algunos consideran el periodo de inducción desde el inicio de la exposición hasta el comienzo de la enfermedad [Armenian, 1983], para otros la inducción correspondería al periodo mínimo de exposición necesario para desencadenar la enfermedad y el periodo de latencia vendría definido por el tiempo transcurrido tras completarse la exposición mínima necesaria hasta la aparición de la enfermedad [Checkoway, 1990].

Figura 12. Secuencia temporal de la inducción y latencia en relación a una única exposición⁶



Cualquiera que sea la definición elegida, la secuencia temporal esperada supone considerar: 1º) un periodo y una intensidad de exposición suficientes para desencadenar un efecto, y 2º) un tiempo de espera necesario para que se complete la cadena multicausal, es decir, para que actúen el resto de cau-

⁶ Tomada, con modificaciones, de Checkoway, 1990.

sas o factores contribuyentes. Como se comentó en la sección anterior, el periodo manejado para los tumores sólidos es generalmente mayor de 10 años [Armenian, 1974]. En el caso del cáncer de mama, se ha documentado por ejemplo que el efecto de la exposición a radiaciones ionizantes no empieza a ser evidente antes de los 10-15 años del inicio de la exposición [John, 1993].

En nuestro estudio desconocemos el inicio de la exposición, por lo que no es posible incorporar en el análisis los periodos de inducción y de latencia. Para las personas que iniciaran la ocupación en 1970, la aparición de algún caso de cáncer de mama en los dos primeros periodos del estudio no sería atribuible a dicha causa. En este sentido, una vez más la subcohorte de trabajadores con una misma ocupación en 1960 y 1970 garantiza el transcurso de esos 10 años mínimos requeridos para poder completarse la cadena causal. De todas formas, conviene destacar aquí que los conceptos de inducción y latencia fueron desarrollados principalmente respecto a factores que actuarían induciendo la transformación neoplásica. Aquellos factores que actúen como promotores de la enfermedad, no requerirían de un periodo tan amplio de espera, ya que su contribución ocurriría precisamente en los últimos momentos de completarse el proceso causal. En este grupo de factores se incluyen las radiaciones electromagnéticas y todas aquellas exposiciones ocupacionales cuyo papel no sea producir un daño genético sino favorecer las condiciones de multiplicación de un clon previamente mutado. Los análisis realizados con tiempo de inducción de 10, 20 ó 30 años son recomendables a la hora de estudiar el efecto de carcinógenos que actúan en el inicio de la cadena causal, mientras que para los agentes promotores el tiempo más relevante puede ser precisamente el más próximo a la exposición [Savitz, 1989].

6.1.5. Modelos de Poisson

La necesidad de controlar por varias variables en el análisis ha hecho imprescindible la utilización de técnicas multivariantes. En el caso de modelización de tasas, la herramienta de elección es la regresión de Poisson, en la que la variabilidad aleatoria es atribuida al número de casos observados en el estrato correspondiente. La regresión de Poisson presenta grandes ventajas sobre la estandarización a la hora de controlar por diversos factores de confusión [Bithel, 1995]. Sin embargo, la teoría general basada en la comprobación de la idoneidad del modelo a través de la bondad de ajuste, requiere que el número de casos esperados por estrato no sea excesivamente pequeño. En estos modelos, el número total de casos se reparte entre los estratos creados por el cruce de las variables de control utilizadas (edad, periodo de diagnóstico, área geográfica y tamaño municipal), lo cual reduce el número de eventos esperados en cada uno de estos estratos. La utilización de modelos con ob-

servados y esperados, permite colapsar los diferentes estratos de edad y periodo [Breslow, 1987], aumentando la estabilidad y eficiencia del modelo.

La relación de dependencia entre la media y la varianza, otra limitación potencial de los modelos de Poisson, fue solventada en nuestro estudio mediante la utilización alternativa de técnicas robustas en el cálculo de los intervalos de confianza. La utilización de estas técnicas mostró sin embargo la adecuación de nuestros datos a la distribución de Poisson, ya que en la mayoría de los casos no se encontraron grandes diferencias entre los intervalos de confianza tradicionales y los robustos. En la mayor parte de los casos el intervalo de confianza por métodos robustos mostró una menor amplitud, por lo que desde una perspectiva conservadora decidimos basar nuestras conclusiones sobre la significación estadística en los intervalos de confianza obtenidos directamente del modelo de regresión.

6.1.6. El problema de las comparaciones múltiples

En el apartado de Material y Métodos ya comentamos la naturaleza de este problema y la solución adoptada en este estudio: sólo se han considerado aquellos resultados que se confirmaban en los diferentes análisis. De todas formas hay que tener en cuenta que los diferentes análisis realizados no son independientes entre sí, por lo que la constancia de un resultado no excluye totalmente la posibilidad de que dicha asociación sea debida al azar. En términos teóricos, y sin fijarnos en un resultado en particular es posible hacerse la siguiente pregunta: ¿son los resultados obtenidos, en conjunto, atribuibles al azar? Como contestación podemos estimar el número de asociaciones significativas esperadas bajo la hipótesis nula y compararlas con el número encontrado.

En la cohorte femenina, por ejemplo, se contabilizaron en el censo de 1970 un total de 142 ocupaciones que registraron al menos 10 casos de cáncer de mama, mínimo considerado para incluir una ocupación en el análisis, lo que llevaría a realizar 142 comparaciones en esta cohorte, cada una de ellas considerando una ocupación con las ocupaciones restantes. Bajo la hipótesis nula se esperarían un 2,5% de estimadores del efecto mayores de 1 y estadísticamente significativos, es decir, en este estudio el azar explicaría sólo 4 de las 21 asociaciones positivas encontradas en el análisis general. Por el mismo razonamiento, el azar podría explicar 1 de las 4 asociaciones positivas encontradas en el análisis intrasector para el conjunto de profesionales y técnicas, pero no explicaría ninguna de las 3 asociaciones positivas encontradas en el sector transporte y comunicaciones, ni las dos asociaciones restantes, una en el sector I de producción y la otra en el sector servicios.

En la cohorte masculina, la rareza de esta enfermedad hizo que sólo 57 ocupaciones registrasen los 2 casos requeridos como mínimo para ser incluidas en un análisis más detallado. Esto supone que sólo 1 de las 8 asociacio-

nes positivas estadísticamente significativas encontradas en la cohorte general sería explicada por el azar.

En resumen, tomando como referencia el análisis de la cohorte general, el número de asociaciones previstas atribuibles al azar es bastante inferior al número de asociaciones encontradas. Este resultado limita el papel del error aleatorio como responsable de los resultados encontrados, pero en ningún caso garantiza la ausencia de error sistemático atribuible, por ejemplo, a la presencia de factores de confusión no controlados en el estudio.

6.1.7. Factores de confusión

Una de las limitaciones más importantes de nuestro estudio ha sido la imposibilidad de incluir en el análisis los factores de riesgo conocidos para el cáncer de mama. Esta limitación es particularmente importante en el caso del cáncer de mama femenino, para el que la influencia de los factores hormonales y reproductivos está suficientemente establecida. A pesar de que la necesidad de incluir estas variables en el análisis es universalmente aceptada, es interesante señalar que en los estudios ocupacionales que han considerado los factores reproductivos y/o hormonales, el ajuste por estas variables apenas modificó los estimadores del efecto de las ocupaciones investigadas [Talamini, 1994; Hansen, 1994a; Habel, 1995; Gunnarsdóttir, 1995; Norman, 1995; Doody, 1995; Pukkala, 1995; Coogan, 1996a; Barbone, 1996; Tynes, 1996; Calle, 1998; Petralia, 1998b; Hansen, 1999]. No obstante no consideramos que esta coincidencia de resultados en los distintos estudios, la mayoría de ellos de casos y controles, sea suficiente para excluir el posible papel confusor de los factores reproductivos en nuestros resultados.

El ajuste por la variable tamaño del municipio de residencia podría controlar en parte la influencia de estos factores. La frecuencia del cáncer de mama en mujeres aumenta con el tamaño de la población [Nasca, 1980; Ewertz, 1988; Doll, 1991] por lo que esta variable está asociada a la distribución de los factores etiológicos implicados. Además, consideramos el análisis intrasector como la principal estrategia a nuestro alcance para atenuar el potencial confusor de los factores reproductivos y hormonales [Weiderpass, 1999], ya que dichos patrones están fuertemente asociados al nivel cultural y socioeconómico [Kelsey, 1993a; Van Loon, 1994; Dunnell, 1999]. De hecho este análisis redujo sustancialmente el número de ocupaciones destacadas en los sectores 0, 1 y 2, correspondientes en general a las mujeres con un mayor nivel educativo y socioeconómico.

En conclusión, aunque el papel confusor de estas variables no ha llegado a ser esclarecido en este trabajo, las evidencias procedentes de otros estudios y la estrategia de análisis utilizada disminuirían sustancialmente la probabilidad que dichos factores constituyan la principal explicación de los resultados obtenidos. Por otro lado, la inclusión en el análisis del área de residencia

y del tamaño del municipio de residencia supone el control indirecto de aquellos factores de confusión cuya distribución esté determinada geográfica o demográficamente [Clayton, 1993]. Entre estos posibles factores podríamos incluir las diferencias en la dieta o la exposición a riesgos medioambientales.

6.1.8. Análisis intrasector

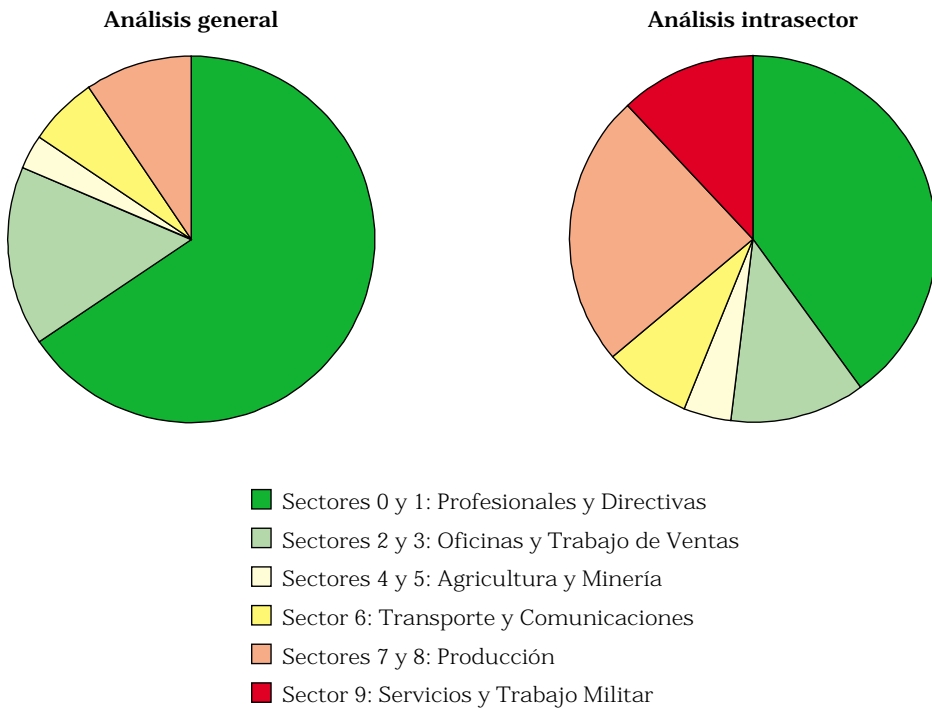
La gran relación entre el cáncer de mama femenino y la clase social [Rimpelä, 1987; Ewertz, 1988; Lynge 1990; Costantini 1994; Barbone, 1996; Liu, 1998] ha condicionado los resultados de muchos de los estudios publicados por el momento, identificando como profesiones de riesgo preferentemente ocupaciones ligadas a los grupos socio-económicos más favorecidos [Roman, 1985; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Zheng, 1993; Constantini, 1994; Morton, 1995; Rix, 1997; Petralia 1998a; Calle, 1998; Robinson, 1999; Andersen, 1999]. En ausencia de otra información sobre situación socioeconómica, el análisis intrasector ha sido planteado para intentar solventar este problema utilizando la información disponible. En este análisis cada ocupación es comparada solamente con otras ocupaciones del mismo sector profesional. En la cohorte de mujeres trabajadoras, este análisis ha permitido disminuir el peso de las ocupaciones de los sectores con un nivel socio-económico más alto e identificar otras ocupaciones con un riesgo elevado en el contexto de su nivel. La figura 13 muestra visualmente este efecto considerando el número de ocupaciones con un RR igual o mayor de 1,20 en el análisis general y en el análisis intrasector. El primero de estos análisis aparece dominado por los sectores 0-3, que suponen más del 75% de la gráfica, estando ausente de ella el sector 9. En el análisis de la derecha, las ocupaciones correspondientes a los sectores 0-3 constituirían el 50%, mientras aumenta la importancia de los sectores de producción y servicios.

Como comentamos en la sección anterior, el análisis intrasector supone además una forma indirecta de controlar por los factores reproductivos y hormonales, los cuales están estrechamente relacionados con la clase social y el nivel educativo de las mujeres. Las profesiones de los sectores 0 y 1 suponen un mayor grado de cualificación, lo que en la mayor parte de las mujeres retrasa la reproducción y aumenta el uso de hormonas anticonceptivas.

Se ha comprobado que la mortalidad general está relacionada con el nivel socioeconómico derivado de la ocupación desempeñada, siendo más alta en los grupos con un menor nivel socioeconómico [Gregorio, 1997; Schallick, 2000], aunque se ha comunicado que las diferencias son más marcadas en hombres que en mujeres [Sacker, 2000]. En este sentido, el análisis intrasector supondría también un control indirecto de la mortalidad competitiva, comparando grupos más homogéneos respecto a la mortalidad general, es

decir, frente al resto de causas de muerte que puedan acortar el seguimiento de los trabajadores impidiendo completar la cadena causal del cáncer de mama.

Figura 13. Distribución del número de ocupaciones con un riesgo relativo igual o superior a 1,20 en el análisis general y en el análisis intrasector



El análisis intrasector por otra parte presenta una serie de inconvenientes: 1º) Reduce drásticamente el tamaño del grupo de referencia. Este efecto no ha planteado problemas con el cáncer de mama femenino, dado que se trata de un tumor frecuente, pero tiene especial relevancia en el estudio del cáncer de mama masculino. Por esta razón nos ha parecido conveniente dar prioridad a los resultados de la comparación global en la cohorte masculina. Además el papel del nivel socioeconómico no está tan claro en este caso. 2º) En algunos casos puede implicar la elección de un grupo de referencia inadecuado. Por ejemplo, la comparación de una profesión agrícola con otras del mismo sector puede oscurecer el efecto de los riesgos derivados de este tipo de ocupaciones. 3º) Los Riesgos Relativos obtenidos no

son directamente comparables entre sí, al estar basados en grupos de referencia diferentes.

6.1.9. Modelos de efectos aleatorios como método de cribado

En este estudio tratamos de explorar el valor de una nueva metodología propuesta para poner de relieve las ocupaciones con un exceso de casos [Carpenter, 1997], adaptándola a nuestra situación. El método consiste en considerar la variable ocupación como un término de efectos aleatorios, lo que supone asumir que bajo la hipótesis nula cada ocupación es una muestra aleatoria de una misma población. La representación gráfica del estimador obtenido para cada ocupación permite identificar visualmente aquellas que se desvían de la distribución esperada.

El método nos pareció muy atractivo como primera aproximación a la vigilancia de una enfermedad, pero nuestros resultados muestran que se trata de un procedimiento altamente conservador. En cada uno de los sexos, sólo permitió identificar dos ocupaciones claramente alejadas de la distribución esperada. Los resultados de análisis posteriores confirmaron el exceso de riesgo en esas profesiones, pero mostraron otras con riesgos relativos altos y consistentes que no aparecieron reflejadas en el normograma. Se trata pues de un método con escasa sensibilidad y una especificidad muy alta. Como técnica exploratoria sólo identifica aquellas ocupaciones de alto riesgo en las que los resultados presentan una gran estabilidad.

6.1.10. Uso de la matriz de ocupación-exposición

Las matrices de ocupación-exposición generalmente consisten en una base de datos computerizada que enlaza la información sobre puesto de trabajo y cantidad o probabilidad de exposición a determinados agentes. La utilización de matrices de ocupación-exposición comenzó en los años 40, pero en las últimas décadas se ha producido un gran avance en la metodología empleada para su desarrollo y en su aplicación en estudios epidemiológicos [Hoar, 1980; Coughlin, 1990]. La matriz de exposición a campos electromagnéticos utilizada en nuestro estudio fue elaborada a partir de dosimetrías tomadas de una muestra de trabajadores, procedimiento considerado de elección en la literatura [Savitz, 1989, Blair, 1992]. En todo caso, la incorporación de los datos proporcionados por una matriz de ocupación-exposición en el análisis requiere considerar una serie de aspectos relevantes desde el punto de vista metodológico:

1. La obtención de la información sobre exposición y su validez. Lo ideal es que dicha información la proporcione la misma base poblacional

objeto del estudio. Como se comentó en el apartado de material y métodos, este criterio se cumple en nuestro caso. Sin embargo la dosimetría está basada en una muestra pequeña de trabajadores en comparación con la cohorte general y la única variable de enlace utilizada es la ocupación. Esto significa que, en aquellas ocupaciones que impliquen grandes diferencias en las tareas realizadas o en el ambiente laboral, en función del lugar y las condiciones de trabajo, el valor proporcionado por la matriz puede no ser representativo de la dosis real, lo que introduciría un sesgo de clasificación no diferencial en el estudio. Por otra parte la matriz se realizó en una muestra exclusivamente masculina y no conocemos el grado en que estas mediciones son aplicables a la población trabajadora femenina.

2. La matriz debe intentar reconstruir la historia ocupacional, teniendo en cuenta las variaciones en exposición que hayan podido sucederse en el tiempo. En el caso de la matriz utilizada, basada en dosimetrías directas, esta consideración no fue posible por lo que en todos los casos estamos asumiendo que la dosis reflejada en la matriz, correspondiente al momento de realizar las mediciones, es representativa de la exposición a lo largo del tiempo del estudio. No obstante las mediciones se realizaron en los 90, por lo que podrían no reflejar en todos los casos el nivel de exposición existente en los años 70 y 80.
3. La forma de medir la exposición debe ser objetiva y adecuada al problema bajo estudio. En nuestro caso los datos son objetivos, basados en mediciones realizadas en condiciones estándar en una muestra de trabajadores. Respecto al tipo de medida, no está claro cual es la exposición relevante en el caso de las radiaciones electromagnéticas [Savitz, 1989]. Intuitivamente parece adecuado utilizar, como han hecho la mayoría de estudios sobre este tema, el valor promedio de exposición. Sin embargo el tiempo de exposición, la dosis máxima de exposición e incluso la variabilidad de la dosis podrían ser los principales determinantes del efecto biológico, en el caso de que éste se produzca.
4. La forma de sintetizar la información disponible debe producir variables o índices de exposición con sentido biológico. En nuestra matriz los valores utilizados proceden de promediar sucesivamente dos variables distintas: 1º) las distintas dosis registradas para cada trabajador, y 2º) las medias de los distintos trabajadores. Las variables así obtenidas tienen sentido biológico, correspondiendo la dosis media, o el tiempo de exposición medio a dosis por encima de $0.20 \mu\text{T}$, pero probablemente subestiman la dosis real, debido al conocido efecto de regresión a la media.

En general, la utilización de matrices de ocupación-exposición implica necesariamente cierto grado de mala clasificación, ya que los valores de una

muestra, o la media de valores de un colectivo, son aplicados a cada trabajador en particular [Blair, 1992]. Generalmente este sesgo de clasificación no está relacionado con la probabilidad de desarrollar el evento de interés, es por tanto no diferencial y sesgaría los resultados hacia la hipótesis nula. En el caso concreto de las radiaciones electromagnéticas no está claro cuáles son las características de la exposición biológicamente más relevantes. La utilización de una variable inadecuada en el análisis disminuiría también la posibilidad de identificar una relación positiva entre la exposición y la aparición de la enfermedad [Blair, 1992]. Finalmente, cuando los resultados del estudio sugieren la existencia de tal asociación, es necesario preguntarse por posibles factores de confusión, es decir otras sustancias presentes en el medio laboral relacionadas con la exposición de interés y con la enfermedad estudiada. En el caso de los campos electromagnéticos sin embargo la exposición es ubicua y está ligada a condiciones laborales muy diferentes. Por ello, las categorías de exposición normalmente utilizadas agrupan profesiones muy heterogéneas respecto a otras posibles exposiciones, limitando así su posible papel confusor [Demers, 1991].

6.2. Discusión de los resultados del estudio

6.2.1. Cáncer de mama femenino y ocupación

Tras ajustar por edad, periodo de diagnóstico, área geográfica y tamaño del municipio de residencia y considerar en el grupo de referencia sólo aquellas ocupaciones incluidas en el mismo sector ocupacional, los distintos análisis muestran un exceso de riesgo bastante consistente en 9 ocupaciones: médicas y cirujanas, farmacéuticas, profesoras de nivel medio, maestras, analistas de sistemas y programadoras, operadoras de teléfonos, operadoras de telégrafo y radio, galvanizadoras y recubridoras de metales y peluqueras y esteticistas. Otras 4 ocupaciones presentaron un riesgo elevado de cáncer de mama en algunos de los análisis realizados: otras trabajadoras religiosas, trabajadoras sociales, cajeras de bancos y telefonistas de oficinas. Finalmente, los resultados fueron también positivos pero de forma menos consistente en otras 3 ocupaciones: dentistas, altos cargos del gobierno y la administración, y agentes de compras. En general los excesos de riesgo se concentraron en las mujeres mayores de 50. No obstante, en las mujeres menores de dicha edad se encontró un exceso de incidencia en las ingenieras mecánicas, las analistas de sistemas y programadoras, publicistas y peluqueras y esteticistas.

Este es el primer estudio de este tipo que tiene en cuenta el área geográfica y el municipio de residencia como posibles variables de confusión. En nuestra cohorte, el cáncer de mama presentó una incidencia diferente en las distintas provincias suecas. Malmöhus, en el sureste del país, presentó la

incidencia más alta (161,2 por 100000), mientras que Norrbotten, en el norte, fue el área con una menor incidencia (110,2). También se observó una variación de la incidencia en relación al tamaño municipal. Los municipios con más de 100000 habitantes mostraron una incidencia 1,27 veces mayor que aquellos con menos de 2000 habitantes. Estos factores se comportan como confusores en nuestro estudio, dado que la distribución de las diferentes ocupaciones no es homogénea en todos ellos. De hecho, los RR encontrados tras el ajuste por estas variables fueron en general menores que sus correspondientes SIRs. La mayor incidencia urbana del cáncer de mama femenino ha sido atribuido en parte a diferencias nutricionales así como a una mayor edad de las mujeres en su primer parto [Doll, 1991].

No fue posible tener en cuenta los factores de riesgo conocidos para el cáncer de mama femenino: historia familiar de cáncer de mama, estatus menopáusico, edad a la menarquia, paridad, edad al primer parto a término e índice de masa corporal. Es interesante señalar que los estudios disponibles sobre el tema capaces de controlar estos factores no encuentran diferencias entre los estimadores del riesgo crudos y ajustados por estos factores [Talamini, 1994; Hansen, 1994a; Habel, 1995; Gunnarsdóttir, 1995; Norman, 1995; Doody, 1995; Pukkala, 1995; Coogan, 1996a; Barbone, 1996; Tynes, 1996; Calle, 1998; Petralia, 1998b; Hansen, 1999]. De todas maneras, es imposible descartar el posible papel confusor de estas variables en el presente estudio.

Nuestros resultados corroboran la asociación entre la incidencia de cáncer de mama y el nivel socio-económico, establecida previamente en la literatura [Williams, 1977; Rimpelä, 1987; Ewertz, 1988; Lynge 1990; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Zheng, 1993; Costantini 1994; Morton, 1995; Barbone, 1996; Liu, 1998]. En nuestro estudio, la mitad de las ocupaciones con un SIR mayor de 110 correspondió a profesionales y técnicos, y las ocupaciones de los sectores de administración, dirección y trabajo de oficinas supusieron otro 20%. El análisis intrasector tuvo como objetivo crear grupos socio-económicos más homogéneos. En este análisis, los RR de los tres primeros sectores ocupacionales, correspondientes a un nivel socio-económico más alto, se redujeron, fenómeno ya observado en otro estudio [Barbone, 1996], confirmando el papel confusor del estatus socioeconómico en estas ocupaciones. La relación entre nivel socioeconómico y cáncer de mama ha sido atribuida a diferencias en la historia reproductiva, es decir, a la mayor edad al primer embarazo a término y el menor número de hijos en las mujeres de clases más altas [Van Loon, 1994; Dunnell, 1999]. Sin embargo, ninguno de estos factores contribuyó a explicar el exceso de riesgo en trabajos profesionales y administrativos en otros estudios [Hansen, 1994a; Habel, 1995; Gunnarsdóttir, 1995; Coogan, 1996a; Barbone, 1996; Calle, 1998]. Como ha sido señalado por otros autores, es necesario encontrar otros factores para explicar la asociación entre clase social y cáncer de mama [Ewertz, 1988; Lawson, 1999]. Una hipotética explicación podría ser la menor actividad física que implican este tipo de ocupaciones. El ejercicio físico es un factor de protección frente al desarrollo de

cáncer de mama [Zheng, 1993; Friedenreich, 1995; Thune, 1997], aunque no todos los estudios encuentran este efecto [Dorgan, 1994]. Otra explicación ofrecida en la literatura es el patrón nutricional, que actuaría estableciendo diferencias en el riesgo incluso en la niñez [Barbone, 1996; Lawson, 1999]. Otros autores han señalado la posibilidad de un sesgo de detección, basándose en un aumento del número de mamografías realizadas en relación al nivel educativo [Rubin, 1993]. En Suecia, la realización de cribados poblacionales con mamografía se generalizó en 1985. Todavía es posible, sin embargo, que las mujeres de estratos sociales más altos acudan al médico más a menudo y sean más conscientes de la necesidad de diagnóstico precoz en este tipo de tumores, como sugiere un estudio en Inglaterra [Garvican, 1998]. En resumen, la asociación entre nivel socio-económico y cáncer de mama, confirmada en este estudio, podría tener un origen múltiple. El análisis intrasector serviría para atenuar el efecto de los factores que contribuyen a establecer estas diferencias, pero no eliminaría del todo su influencia.

Entre las profesionales sanitarias, las médicas que refirieron dicha profesión en ambos censos mostraron un exceso de riesgo de un 55% en relación con otras profesionales. En el estudio conjunto de toda la población escandinava, las médicas son la profesión que presenta el SIR más alto [Andersen, 1999]. También en la antigua Unión Soviética, las médicas resultaron el grupo con una mayor mortalidad por esta causa [Bulbulyan, 1992]. Un gran número de estudios confirman este exceso de riesgo en distintos lugares [Wang, 1990; Rubin, 1993; Rix, 1996; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Petralia, 1999a; Weiderpass 1999; Band, 2000]. Las dentistas también presentaron una alta incidencia de cáncer de mama en nuestro estudio, en comparación con el resto de profesionales, aunque los resultados no son estadísticamente significativos. Las dentistas han sido identificadas como profesionales con riesgo aumentado en varios estudios en países nórdicos [Sankila, 1990; Rix, 1996; Rix, 1997; Andersen, 1999]. Sin embargo las enfermeras, profesión asociada con el cáncer de mama en numerosos estudios [Roman, 1985; Sankila, 1990; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Gunnarsdóttir, 1995; Morton, 1995; Habel, 1995; Rix, 1996; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Andersen, 1999; Band, 2000], no mostraron un exceso de incidencia en relación al conjunto de mujeres profesionales. Una serie de estudios muestran la desaparición del riesgo asociado a esta ocupación tras controlar por factores socioeconómicos [Katz, 1983; Coogan 1996a] o al eliminar a las amas de casa del grupo de comparación [Threlfall, 1985; King, 1994]. No obstante, en otros estudios el ajuste por factores reproductivos no logró explicar el exceso de riesgo encontrado [Habel, 1995; Gunnarsdóttir, 1995]. Las profesionales sanitarias en general están expuestas a numerosos agentes potencialmente nocivos como: radiaciones ionizantes, gases anestésicos, agentes infecciosos, óxido de etileno, citostáticos, y una variedad de medicamentos y productos químicos [Katz, 1983; Sankila, 1990; Rix, 1996; Petralia, 1999a]. Además, recientemente se ha comunicado que el estrés y el cambio de turno producen alteraciones de la función menstrual

en estas mujeres [Hatch, 1999]. Las farmacéuticas que refirieron dicha ocupación en 1960 y 1970 presentaron un exceso de riesgo de un 45%. Se ha comunicado una incidencia elevada de cáncer de mama en las trabajadoras de la industria farmacéutica en Gran Bretaña y Dinamarca [Baker, 1986; Hansen 1994] y en la mujeres con esta profesión [Rubin, 1993; Rix, 1997; Petralia 1999a]. En el trabajo de revisión de Goldberg et al. [1996] los autores concluyen que las farmacéuticas son una de las pocas profesiones a considerar como de alto riesgo de acuerdo con la evidencia existente. Finalmente, en relación a las profesiones sanitarias podría existir una mayor tasa de detección de casos precoces en este colectivo, como ha sido sugerido anteriormente [Rubin, 1993]. No obstante, varios estudios que utilizaron datos de mortalidad muestran un exceso de riesgo en estas profesiones [Roman, 1985; Bulbulyan, 1992; Doody, 1998; Burnett, 1999].

El exceso de riesgo encontrado en distintos tipos de profesoras es consistente con la mayoría de los estudios realizados anteriormente [Williams, 1977; Roman, 1985; Threlfall, 1985; Bulbulyan, 1992; Rubin, 1993; Pukkala, 1993; Costantini, 1994; King, 1994; Morton, 1995; Rix, 1997; Petralia, 1998a; Robinson, 1999; Carpenter, 1999; Simpson, 1999; Andersen, 1999, Band, 2000]. Estos resultados proceden en general de estudios de cohortes, mientras que sólo tres de los estudios de casos y controles encuentran un riesgo alto para esta ocupación [Habel, 1995; Petralia, 1998b, Band, 2000]. Se ha atribuido el exceso de incidencia en las profesoras a la menor paridad y mayor edad al primer embarazo en este colectivo [Roman, 1985; Rubin, 1993; Coogan, 1996a; Goldberg, 1996], aunque algunos de los estudios presentan estimadores del efecto ajustados por estos factores y/o por el nivel socio-económico [Threlfall, 1985; Habel, 1995; Petralia, 1998b]. Pukkala [1993] plantea como posible explicación el sedentarismo y para probar la hipótesis realiza un estudio comparando dos tipos de profesoras con una actividad física muy heterogénea: las profesoras de educación física y las de literatura. Ambos tipos de profesoras mostraron una incidencia de cáncer de mama aumentada respecto a la población general. La comparación de ambos colectivos mostró una incidencia similar de cáncer en mujeres postmenopáusicas, mientras que los tumores premenopáusicos fueron mucho más frecuentes en las profesoras de literatura [Pukkala, 1993]. Por último, las profesoras en Suecia constituyen un colectivo con un alto grado de estrés, debido a que trabajan en un medio que demanda una alta concentración y responsabilidad, su carga de trabajo ha aumentado y a menudo las autoridades les imponen la necesidad de reducir el gasto [Skiöd, 2000]. El estrés ha sido asociado a distintas alteraciones de la función menstrual y de la reproducción [Hatch, 1999; Lindbohm, 1999].

El aumento de incidencia de cáncer de mama en las trabajadoras religiosas y sociales, observado repetidamente en diferentes estudios, sería principalmente atribuible a la mayor proporción de mujeres nulíparas en estas categorías [Williams 1977; Olsen, 1987; Rubin, 1993; Morton, 1995; Rix, 1997; Andersen, 1999]. Sin embargo, dos estudios de casos y controles muestran

riesgos altos, aunque no significativos, tras ajustar por factores reproductivos [Habel, 1995; Coogan, 1996a], por lo que otros factores como el sedentarismo podrían desempeñar algún papel en la incidencia observada en estas dos ocupaciones.

Las analistas de sistemas y programadoras mostraron el RR más alto dentro del colectivo de profesionales ($RR=1,51$). Este resultado es consistente con el exceso de riesgo encontrado para programadores y operadores de ordenador en Estados Unidos [Rubin, 1993; Coogan, 1996b] y el exceso de riesgo en mujeres premenopáusicas que operaban con aparatos electrónicos de oficina en Canadá [Band, 2000]. No fue posible calcular el riesgo en la subcohorte de mujeres expuestas en ambos censos, ya que esta ocupación no figuraba en la Clasificación de Ocupaciones de 1960. El riesgo parece concentrarse en los grupos de edad más jóvenes y podría estar relacionado con su exposición a los campos electromagnéticos. La dosis media estimada en esta profesión fue de $0,19 \mu T$ [Floderus, 1996], lo que la sitúa por encima del percentil 75 respecto al conjunto de las trabajadoras con ocupaciones consideradas en la matriz. En la introducción de esta tesis se comenta la hipótesis formulada sobre el papel de los ELFME en el cáncer de mama, la cual está apoyada en hallazgos experimentales. En nuestro estudio, algunas de las ocupaciones consideradas de exposición a ELFME, tales como ingenieras eléctricas, operadoras de teléfonos, telégrafos y radio, también presentan RR altos. En otras ocupaciones de alta exposición, como electricistas y operarias de la línea telefónica, el número de mujeres era excesivamente limitado para extraer ninguna conclusión.

Las dos únicas ocupaciones con una incidencia de cáncer de mama aumentada en el sector administrativo fueron las cajeras de bancos y las agentes de compras, siendo los resultados más consistentes en el caso de la primera de estas ocupaciones. Existen numerosos estudios que muestran un exceso de riesgo en empleadas de banco [Williams, 1977; Ewertz, 1988; Rubin, 1993; Morton, 1995; Rix, 1997], y en personal administrativo [Roman, 1985; Olsen, 1987; Rubin, 1993; Zheng, 1993; Costantini, 1994; Morton, 1995; Coogan, 1996a; Calle, 1998; Simpson, 1999; Andersen, 1999; Robinson, 1999], aunque la mayor parte de estos estudios no tienen en cuenta el nivel socio-económico ni los factores de riesgo. Hay que mencionar sin embargo, que dos de los estudios comunicaron un exceso de riesgo incluso tras ajustar por estos variables [Ewertz, 1988; Coogan, 1996a]. En las cajeras de bancos, además de todos los factores de riesgo relacionados con su grupo socio-económico ya comentados previamente y el carácter sedentario de la ocupación, hay que destacar su alto grado de exposición a ELFME. De acuerdo con la matriz de ocupación-exposición utilizada, la dosis media de exposición, $0,21 \mu T$, sitúa a estas mujeres en el percentil 95 de exposición en el conjunto de la población activa femenina [Floderus, 1996].

En el sector transporte y comunicaciones, destacan tres ocupaciones relacionadas entre sí, operadoras de teléfono, operadora de telégrafo y radio y

telefonista de oficinas, las cuales de forma consistente mostraron un exceso de riesgo mayor del 30% en aquellas mujeres que refirieron dicha ocupación en ambos censos, con un gradiente dosis-respuesta respecto a las expuestas sólo en 1970 y no en 1970. Este aumento de incidencia ha sido comunicado anteriormente en diferentes estudios [Roman, 1985; Loomis, 1994; Dosemeci, 1994; Morton, 1995; Coogan, 1996b; Tynes, 1996; Calle, 1998; Simpson, 1999] y atribuido a la exposición ocupacional a los campos electromagnéticos y a las ondas de radiofrecuencia. Estas profesiones, mayoritariamente femeninas, no están incluidas en la matriz de ocupación-exposición utilizada, por lo que no tenemos una cuantificación de la exposición en nuestro caso. Algunos estudios en población masculina han comunicado un exceso de riesgo en estas profesiones [Matanoski 1991; Demers, 1991]. El estudio de operadoras noruegas de radio y telégrafo en barcos mercantes [Tynes, 1996] muestra una asociación positiva en relación a la duración del empleo y la frecuencia de cambios de turno, los cuales implican trabajar por la noche. Los autores señalan que la exposición a ELFMEF y/o ondas de radiofrecuencia durante la noche podría tener un mayor efecto sobre el ciclo de secreción de la melatonina [Tynes, 1996]. Respecto a los ELFMEF, algunos de los estudios epidemiológicos que establecen una relación entre el cáncer de mama y dicha exposición basan sus resultados total o parcialmente en el exceso de riesgo de los trabajadores de la industria telefónica [Matanoski, 1991; Demers, 1991; Loomis, 1992; Coogan, 1996b]. Las ondas de radiofrecuencia, se sitúan en la zona de alta y muy alta frecuencia en el espectro de las radiaciones electromagnéticas. Algunos estudios en animales de experimentación sugieren que los campos electromagnéticos de radiofrecuencia aceleran el desarrollo de distintos tumores, entre ellos del cáncer de mama, aunque la evidencia existente por el momento se considera insuficiente [Repacholi, 1997]. Los estudios epidemiológicos existentes por el momento, de acuerdo con una revisión reciente sobre el tema, son poco consistentes e insuficientes para esclarecer el posible efecto carcinogénico asociado de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia [Elwood, 1999]. Respecto a nuestros resultados, es interesante constatar que las telefonistas de oficinas mayores de 50 años mostraron una incidencia elevada de cáncer de mama únicamente en la primera mitad del estudio, lo que podría sugerir una reducción de la exposición a lo largo del tiempo ligada a las condiciones de trabajo.

Entre las trabajadoras de los sectores de producción, sólo las galvanizadoras y recubridoras de metal presentaron un incremento significativo de cáncer de mama, a pesar de que la cohorte estaba compuesta únicamente por 205 trabajadoras en 1970. Estas mujeres están expuestas a diferentes tipos de compuestos, entre los que se incluyen el cromo hexavalente, el cadmio y los solventes orgánicos. La exposición a solventes orgánicos ha sido relacionada con el cáncer de mama en cinco de los estudios revisados [Cantor, 1995; Petralia, 1998a; Weiderpass, 1999; Petralia 1999b, Hansen, 1999], observándose una tendencia dosis-respuesta significativa. Los solventes or-

gánicos han sido propuestos como posibles agentes causales del cáncer de mama, tomando como base los resultados de estudios experimentales [Goldberg, 1996; Labreche, 1997]. Se ha notificado también una mayor mortalidad por cáncer de mama en las trabajadoras de la industria aeroespacial expuestas a tricloroetileno, respecto a las no expuestas [Blair 1998], en trabajadoras de limpieza en seco [Band, 2000] y también en mujeres que trabajan como técnicas de laboratorio [Gustavsson, 1999]. Entre las ocupaciones relacionadas con la exposición a solventes orgánicos, hay que destacar la industria del metal, de la madera, la industria del calzado, la industria textil y la imprenta. De estas ocupaciones, sólo las sombrereras, las trabajadoras de la madera, de la imprenta, de los laboratorios de fotografía y las fotógrafas aparecen con riesgos altos, aunque no significativos, en nuestro estudio. Sin embargo, algunos códigos ocupacionales que cuentan con un número elevado de mujeres, como son las relacionadas con el sector de la confección y las cortadoras, cosedoras y acabadoras del calzado no mostraron un exceso de casos.

Finalmente en el sector servicios las peluqueras y esteticistas mostraron una incidencia elevada, con un gradiente dosis-respuesta en relación al año de notificación de dicha ocupación, un exceso de riesgo significativo tanto en mujeres menores de 50 como en aquellas que sobrepasaban dicha edad. Hallazgos similares han sido publicados en otros estudios [Teta, 1984; Habel, 1995; Morton, 1995; Band, 2000]. Aunque los tintes de pelo han sido la principal exposición sospechosa, dada su capacidad mutagénica [John, 1993], la mayor parte de los estudios sobre utilización de tintes de pelo y cáncer de mama arrojan resultados negativos [Wynder, 1983; Green, 1987; Koenig, 1991; John, 1993]. Recientemente, sin embargo un estudio muestra un exceso de riesgo en mujeres que utilizaron diferentes tintes de pelo. El riesgo se concentró en las usuarias de productos anteriores a 1980 [Cook, 1999]. Las peluqueras están expuestas a muchas otras sustancias como jabones, champús, acondicionadores de pelo, líquidos de permanente, spray de pelo, material de maquillaje y soluciones que contienen formaldehído para esterilizar los instrumentos. Se ha demostrado una mayor frecuencia de desarreglos menstruales ligada a esta ocupación [Lindbohm, 1999]. En nuestro estudio, el riesgo para esta ocupación ha disminuido a lo largo del tiempo, algo concordante con los resultados de dos estudios anteriores [Teta, 1984; Morton, 1995], posiblemente relacionado con el uso de sustancias menos peligrosas [Cook, 1999]. Sin embargo, esta disminución se produce principalmente en mujeres mayores de 50 años y no llega a ser aparente en las mujeres más jóvenes. En este sentido, es interesante señalar que un reciente estudio canadiense encuentra un exceso de riesgo en peluqueras sólo en mujeres premenopáusicas y no en postmenopáusicas [Band, 2000].

Como se ha comentado repetidas veces en este trabajo, los factores reproductivos y hormonales son los principales agentes etiológicos conocidos para el cáncer de mama. Su distribución en la población femenina activa

está ligada al nivel cultural y económico, por lo que la exclusión de las amas de casa y la realización de comparaciones entre ocupaciones del mismo sector reduciría su influencia como factores de confusión, pero no sabemos hasta qué punto. Los resultados encontrados son bastante consistentes con los estudios sobre este tema publicados por el momento. En su conjunto, la distribución del cáncer de mama en cada uno de los sectores ocupacionales no es homogénea. Nuestros resultados permiten especular sobre los posibles agentes determinantes de esta distribución, entre los cuales cabe destacar la exposición a diversos agentes potencialmente nocivos en el medio sanitario, el sedentarismo, el estrés, los solventes orgánicos, los ELFMEF y sobre todo los campos electromagnéticos de radiofrecuencia.

En este estudio no hemos podido realizar un análisis diferencial según la presencia o ausencia de receptores hormonales en los casos de cáncer de mama. Algunos estudios demuestran un patrón epidemiológico diferente según el estatus de los receptores [Potter, 1995; Feychting, 1998], también en relación a la exposición laboral [Petrallia, 1999b; Forssén, 2000]. La consideración de distintos tipos de cáncer de mama, según la presencia o ausencia de receptores, ayudaría a identificar factores de riesgo no puestos de manifiesto en el análisis global.

6.2.2. Cáncer de mama masculino y ocupación

El cáncer de mama es una enfermedad extraordinariamente infrecuente en hombres, por lo que en nuestro estudio, los riesgos relativos presentados están basados en un reducidísimo número de casos. Como excepción cabe destacar la ocupación de reparadores de maquinaria, para la que se ha detectado una elevada incidencia, con resultados consistentes en todos los análisis realizados, basada en 14 casos. Otras cuatro ocupaciones presentaron un exceso de riesgo basado en la observación de al menos 3 casos: bibliotecarios, personal de archivos y de museos, empleados de banca, trabajadores de oficina y policías. Por otra parte los resultados fueron bastante consistentes y estadísticamente significativos para las ocupaciones de: otros trabajadores del procesamiento del metal, otro trabajo eléctrico y electrónico, curtidores y preparadores de pieles y oficiales de aduanas, aunque en estas ocupaciones los estimadores de riesgo se basaron en dos casos.

En los sectores ocupacionales 0, 1 y 2, asociados con un nivel socio-económico superior, la incidencia fue superior que en los sectores 4-8. La única excepción a una asociación general entre nivel socio-económico y cáncer de mama masculino fue la alta incidencia observada en el sector 9. Otros estudios señalan también la mayor frecuencia de estos tumores en relación a clases sociales más altas [Hsing, 1998; Cocco, 1998], aunque esta relación es menos marcada que en el caso del cáncer de mama femenino. Mientras que en las mujeres la mayor aparición de tumores de mama en clases sociales altas

podría estar en relación con factores hormonales, en hombres no existe una explicación convincente.

La obesidad y el sedentarismo son factores de riesgo reconocidos para el cáncer de mama masculino [Casagrande, 1988; Hsing, 1998; Dosemeci 1993]. La obesidad está en relación directa con la biodisponibilidad de estrógenos, ya que estos derivan del tejido adiposo [Hsing 1998]. En una de las publicaciones específicas sobre el material de esta tesis, la introducción en el modelo del porcentaje de trabajadores en cada ocupación con un índice de masa corporal por encima de 30 no alteró los resultados obtenidos⁷. Dicho resultado negativo sin embargo no elimina el posible papel de la obesidad, ya que se trataba de una variable ecológica y probablemente no referida al momento de la vida en el que puede ser biológicamente relevante, situado según otros autores en torno a la edad de 30 años [Sasco 1993; Casagrande 1988].

El sedentarismo podría contribuir al exceso de incidencia encontrado en ocupaciones como los bibliotecarios, archivistas y personal de museos, los directores de empresas, los empleados de banco y los otros trabajadores de oficina. Los empleados de banca presentaron niveles de exposición a ELFMF moderadamente altos, con una dosis media de 0,21 μT [Floderus, 1996]. La exposición media de los directores de empresa es menor, 0,13 μT [Floderus, 1996]. Los bibliotecarios, archivistas y personal de museos y los otros trabajadores de oficina están seguramente expuestos a niveles por encima de la media de la población laboral, pero estas profesiones no figuran en la matriz de ocupación-exposición, por lo que no tenemos una cuantificación de la magnitud de la exposición. Un estudio en mujeres ha señalado un exceso de riesgo de tumores postmenopáusicos con esta ocupación [Band, 2000].

En nuestro estudio los reparadores de maquinaria representan la ocupación con el mayor número de casos (14 casos) asociada a un aumento de riesgo. Otras ocupaciones relacionadas, como los soldadores y cortadores a la llama y los herreros de la construcción también presentaron riesgos relativos altos, aunque la precisión estadística fue inferior. También los trabajadores del procesamiento del metal mostraron un exceso de riesgo, bastante consistente en los distintos análisis. En la literatura se ha señalado una alta incidencia en los trabajadores del acero y de hornos de fundición, posiblemente relacionada con un daño testicular derivado de las altas temperaturas soportadas en este ambiente de trabajo [Lenfant-Pejovic, 1990; Mabuchi, 1985; Cocco, 1998]. De los dos estudios que se han publicado investigando la relación entre la temperatura en el lugar de trabajo y el cáncer de mama utilizando una matriz de ocupación-exposición, uno de ellos obtuvo resultados positivos [Rosenbaum, 1994] y otro no encontró ninguna asociación [Cocco,

⁷ El comentario hace referencia al artículo: Pollán M, Gustavsson P, Floderus F. Breast cancer, occupation and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. El artículo, publicado en la revista *Am J Ind Med*, incluye un análisis adicional considerando el índice de masa corporal medido en una muestra de trabajadores como posible factor de confusión. Los resultados no se modificaron.

1998]. Además de las altas temperaturas, este tipo de ocupaciones implican la exposición a multitud de agentes, incluidos hidrocarburos aromáticos policíclicos, diversos solventes orgánicos, óxido nitroso, nitrosaminas y humos del metal [Cocco, 1998]. Recientemente un estudio ha mostrado un incremento de riesgo de cáncer de mama masculino en los trabajadores expuestos a la gasolina y sus productos de combustión, los cuales están constituidos principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos [Hansen, 2000]. Algunas de estas ocupaciones además se caracterizan por exposición intermitente a campos electromagnéticos de baja frecuencia [Floderus, 1996]. Sin embargo, no todas ellas fueron incluidas en el análisis sobre esta exposición ya que no figuraban entre las contempladas en la matriz utilizada en nuestro estudio.

Los trabajadores incluidos en el epígrafe “otro trabajo eléctrico y electrónico” mostraron un riesgo elevado, principalmente aquellos que refirieron dicha ocupación en 1960 y 1970. La principal exposición en este colectivo son precisamente los ELFMEF. Esta ocupación no aparece reflejada en la matriz de ocupación-exposición que hemos utilizado, y los códigos ocupacionales relacionados presentan dosis medias muy variables comprendidas en un rango entre $0,14 \mu\text{T}$ para los instaladores y reparadores de teléfono y radio y $0,30 \mu\text{T}$ para los instaladores de líneas eléctricas. Aunque los resultados de los estudios sobre exposición ocupacional a ELFMEF y el cáncer de mama masculino no son consistentes, algunos de estos estudios muestran una asociación, principalmente con los trabajadores de la industria eléctrica, telefónica y del ferrocarril [Tynes 1990; Tynes 1992; Demers 1991; Matanoski 1991; Loomis 1992]. En nuestro estudio, de las ocupaciones relacionadas con la industria eléctrica restantes, sólo dos presentaron al menos dos casos de cáncer de mama: los ingenieros de electricidad, electrónica y telecomunicaciones (3 casos) y los instaladores de líneas eléctricas (3 casos). En ambas ocupaciones el número de casos esperado fue mayor al observado. Ni los montadores y reparadores de radio y televisión, los instaladores y reparadores de teléfono y telégrafo ni los trabajadores del tendido eléctrico registraron el mínimo de dos casos exigido para formar parte de las ocupaciones analizadas, a pesar de que todas ellas contaban con más de 5000 trabajadores registrados. En el resto de ocupaciones eléctricas, incluyendo las relacionadas con la telefonía, el número de trabajadores expuesto fue inferior a 1000. Todos estos resultados nos llevan a concluir que nuestro estudio no apoya la existencia de un exceso de riesgo general para los trabajadores de la industria eléctrica.

El exceso de riesgo de los curtidores y preparadores de pieles podría ser debido a su alta exposición a solventes orgánicos, exposición que comparten con los pintores industriales y con los tipógrafos y litógrafos, dos ocupaciones que también mostraron una alta incidencia de tumores de mama en la población masculina de nuestro estudio. En la literatura, se ha señalado a los solventes orgánicos como un posible factor etiológico del cáncer de mama en mujeres [Goldberg 1996; Labreche, 1997]. Tres estudios suecos, dos en muje-

res que trabajan como técnicas de laboratorio [Gustavsson, 1999, Wenborg, 1999] y otro en varones curtidores y preparadores de piel [Mikoczy, 1994] refuerzan esta teoría. Los solventes orgánicos son lipofílicos y sufren biotransformación en el tejido graso mamario [Labreche 1997]. De ser así no obstante, su papel debería ser mucho más importante en el cáncer de mama femenino, dado el bajo contenido en grasa de la mama en los hombres. Además hay que tener en cuenta que los curtidores y preparadores de pieles están también expuestos a un gran número de sustancias químicas, entre las que se incluyen tintes, arsénico y cromo [Mikoczy, 1994].

Los policías y los oficiales de aduanas también presentaron una alta incidencia de cáncer de mama en este estudio. Los policías constituyen un grupo ocupacional altamente seleccionado, debido a la excelente condición física que es requerida para poder formar parte del mismo [Forastiere, 1994]. Además están expuestos a un número limitado de posibles carcinógenos, que incluirían la exposición a plomo y a los productos arrojados por los tubos de escape. Un estudio anterior también encontró un exceso de cáncer de mama masculino en policías, basado en 2 casos [Forastiere 1994]. Una posible explicación sería la exposición a equipos de radar y radiotransmisión, muy prevalente entre los policías, los controladores del tráfico aéreo y los militares. En nuestro estudio no se diagnosticó ningún tumor maligno mamario entre los controladores aéreos, pero los militares presentaron una incidencia alta, aunque no significativa. Además, otras ocupaciones con alta incidencia en este estudio, tales como los empleados de banca y los bibliotecarios, también están expuestos a campos electromagnéticos de frecuencias por encima de las consideradas en el rango de muy baja intensidad, y que son emitidas por los sistemas de seguridad electrónica. En la literatura los estudios en animales también sugieren que los campos electromagnéticos en el rango de radiofrecuencia podrían actuar como promotores en el desarrollo de tumores [Repacholi 1997].

El exceso de riesgo mostrado por los jefes e inspectores de transporte ferroviario corrobora los resultados de un estudio sueco anterior, centrado en los conductores de trenes [Floderus, 1994]. La ocupación de jefes e inspectores de transporte ferroviario no estaba incluida en la matriz de exposición ocupacional a radiaciones electromagnéticas, debido a que no es una de las 100 ocupaciones más frecuentes, pero presenta un alto nivel de exposición (media aritmética de $0,31 \mu\text{T}$, basada en 12 mediciones, según información proporcionada por Birgitta Floderus, autora de la matriz).

El estudio de las ocupaciones masculinas con un riesgo elevado frente al cáncer de mama está muy limitado por la rareza del tumor. Los pocos factores de riesgo conocidos no han podido ser tenidos en cuenta en el análisis, pero su importancia como posibles confusores es seguramente pequeña, especialmente en comparación a la influencia de los factores reproductivos y hormonales en el cáncer de mama femenino [Cocco, 1998]. Las asociaciones encontradas dirigen la atención hacia varias exposiciones potencialmente

dañinas: las altas temperaturas y/o las sustancias químicas utilizadas tradicionalmente en la industria del metal, los solventes orgánicos, los ELFME y los campos electromagnéticos de radiofrecuencia.

6.2.3. Comparación de resultados en ambos sexos

Las ocupaciones identificadas como de riesgo en nuestro estudio son diferentes en hombres y en mujeres. Esa discrepancia iría en contra de la similitud epidemiológica del cáncer de mama en ambos sexos. Para facilitar la comparación de los resultados en hombres y mujeres, en la siguiente tabla se presentan las ocupaciones asociadas con el cáncer de mama en uno de los dos colectivos, con los riesgos relativos para cada sexo, así como el número de trabajadores en el que está basado el resultado, el número de casos observados y esperados. Los riesgos relativos de hombres y mujeres no son estrictamente comparables entre sí ya que están basados en grupos de referencia muy diferentes: en los hombres cada ocupación se comparó con el resto de la población activa, mientras que en las mujeres sólo entraron a formar parte del grupo de referencia las ocupaciones del mismo sector. Aun así, la dirección de los estimadores (por encima o debajo de la unidad) sirve de orientación a la hora de valorar la concordancia de resultados.

Para los médicos y cirujanos y los peluqueros, ocupaciones de riesgo en la población activa femenina, la cohorte masculina mostró también RR altos. Sin embargo, en la mayoría de las ocupaciones con exceso de riesgo en las mujeres el número de varones expuestos fue insuficiente. Como caso extremo observamos las ocupaciones de operador de teléfono y telefonista de oficina, en las que los hombres suponen menos del 1%. Para la ocupación de altos cargos del gobierno y de la administración sin embargo los resultados en ambos sexos son contradictorios. Por otra parte, para las ocupaciones de curtidor de pieles, policía y oficial de aduanas, ocupaciones de riesgo en la cohorte masculina, las mujeres mostraron riesgos relativos superiores a 1,50.

Tras este análisis comparativo, observamos que las inconsistencias entre los dos sexos son menores de lo que una comparación simplista de la lista de ocupaciones sugiere. La distribución de hombres y mujeres en el conjunto de puestos de trabajo es muy heterogénea y condiciona no sólo las ocupaciones potencialmente investigables en cada sexo (aquellas en las que las personas expuestas son suficientes para generar un número aceptable de casos durante el periodo de seguimiento), sino la composición del grupo de referencia.

Tabla 25. Comparación de resultados en hombres y mujeres

Ocupación	Población activa femenina				Población activa masculina			
	Expuestas	Obs/Esp ¹	RR ²	IC ² 95%	Expuestos	Obs/Esp ¹	RR ³	IC ³ 95%
<i>Ocupaciones de riesgo en mujeres</i>								
031 Médico-cirujano	1.599	59/40	1,27	0,98-1,64	6.932	2/0,9	2,11	0,52-8,49
032 Dentista	1.502	52/37	1,22	0,93-1,60	3.778	0/0,5	0,00	—
046 Farmacéutico	2.590	83/55	1,32	1,07-1,64	731	0/0,1	0,00	—
052 Profesor de nivel medio	13.752	409/315	1,16	1,05-1,28	16.004	2/1,7	1,17	0,29-4,71
053 Maestro	28.751	827/651	1,18	1,09-1,27	7.763	0/0,9	0,00	—
068 Otro trabajo religioso	526	22/15	1,33	1,88-2,02	163	0/0	0,00	—
092 Trabajo social	9.034	281/226	1,11	0,98-1,25	4.066	1/0,4	2,44	0,34-17,4
097 Analista sistemas	779	24/13	1,51	1,01-2,26	6.480	0/0,4	0,00	—
101 Alto cargo administración	4.210	165/116	1,21	0,99-1,48	12.360	1/2,0	0,49	0,07-3,47
203 Cajero de banco	3.332	97/80	1,12	0,92-1,37	300	0/0	0,00	—
298 Agente de compras	676	26/18	1,27	0,86-1,87	4.897	0/0,6	0,00	—
653 Operador de teléfono	4.118	157/123	1,31	1,11-1,56	65	0/0	0,00	—
654 Telefonista oficina	11.307	347/303	1,15	1,01-1,31	18	0/0	0,00	—
655 Operador de telégrafo o radio	1.181	43/29	1,41	1,04-1,92	781	0/0,1	0,00	—
757 Galvanizador	197	12/6	2,14	1,21-3,77	1.896	0/0,3	0,00	—
941 Peluquero, esteticista	11.018	283/256	1,21	1,08-1,37	4.385	2/0,7	2,72	0,68-10,9
<i>Ocupaciones de riesgo en hombres</i>								
093 Bibliotecario, etc.	4.383	145/118	1,07	0,90-1,26	1.900	3/0,3	9,78	3,13-30,6
111 Director empresa	824	22/25	0,67	0,44-1,03	20.936	6/3,7	1,55	0,69-3,49
292 Empleado banca	7.555	169/169	0,89	0,76-1,03	5.089	3/0,4	6,89	2,50-19,0
299 Trabajo oficina no especificado	86.190	2518/2269	0,97	0,92-1,02	22.280	7/3,1	2,26	1,07-4,87
738 Otro trabajo metal	433	4/12	0,36	0,14-0,98	2.519	2/0,4	5,28	1,31-21,3
752 Reparador maquinaria	274	8/7	1,14	0,57-2,28	55.730	14/6,9	2,09	1,22-3,59
768 Otro trabajo eléctrico	7.269	180/195	0,98	0,84-1,14	4.459	2/0,5	3,65	0,91-14,7
853 Curtidor pieles	118	5/4	1,67	0,69-4,04	837	2/0,1	11,78	2,92-47,6
902 Policía	181	6/4	1,68	0,75-3,73	12.107	4/1,4	2,90	1,08-7,80
903 Oficial aduanas	14	2/0,3	7,13	1,78-28,5	2.197	2/0,3	5,68	1,41-22,9

¹ Esperados calculados con toda la cohorte.

² RR e IC intrasector (considerando como referencia sólo otras ocupaciones del mismo sector).

³ RR e IC del total de la cohorte (otras ocupaciones como grupo de referencia).

6.2.4. Exposición laboral a campos electromagnéticos y cáncer de mama

La matriz de ocupación-exposición ha permitido investigar la relación entre la exposición ocupacional a campos electromagnéticos y la incidencia de cáncer de mama en la población activa. En la primera parte de la discusión se han comentado las limitaciones y posibles sesgos relacionados con la utilización de una matriz de estas características, en sustitución de la información individual de exposición no disponible en nuestro estudio. En general dichos sesgos hacen más difícil la identificación de una asociación, ya que tienden a diluir el efecto.

En ausencia de una información específica para la población activa femenina, hemos optado por utilizar la matriz de ocupación-exposición de Floderus [1996] en ambos sexos, a pesar de que los datos que contiene están basados exclusivamente en una muestra de hombres trabajadores, y las ocupaciones elegidas son precisamente las más prevalentes en la población activa masculina. Por ello en el análisis de las mujeres, ocupaciones mayoritariamente femeninas han quedado excluidas. El caso más extremo son las ocupaciones de operadoras de teléfonos y telefonistas de oficinas, ocupaciones con exposición laboral a campos electromagnéticos en las que casi la totalidad de los trabajadores son mujeres.

Aún con estas limitaciones en mente, nuestros resultados muestran una incidencia de cáncer de mama significativamente más alta en las mujeres con magnitudes de exposición por encima de $0,10 \mu\text{T}$, aunque, una vez superado este valor, no parece existir una relación dosis-respuesta ascendente. La misma conclusión se obtiene utilizando como variable de exposición el porcentaje de tiempo de exposición a dosis iguales o superiores a $0,20 \mu\text{T}$. El análisis combinado de ambas variables señala que las mujeres con un tiempo de exposición a dichos valores inferior al 15% y un valor medio de exposición por debajo de $0,10 \mu\text{T}$ tienen una incidencia de cáncer de mama un 20% menor que el resto. Los riesgos relativos fueron en general mayores en mujeres postmenopáusicas que en las menores de 50 años, algo inconsistente con lo observado por otros autores [Coogan, 1996b; Kliukiene, 1999; Forssén, 2000], aunque concuerda con los resultados de otro estudio [Tynes, 1996].

Lo observado en la cohorte general es debido principalmente a lo ocurrido en las trabajadoras los sectores 0-3, colectivo que comprende las profesionales, directivas, administrativas, oficinistas y las trabajadoras de ventas. En el grupo de comunicaciones, producción y servicios (sectores 6-9) no se observa una asociación clara entre campos electromagnéticos y cáncer de mama.

En los hombres, la relación dosis-respuesta observada en la cohorte general es extraña, ya que el riesgo es mayor en todos los expuestos por encima del percentil 25 ($0,12 \mu\text{T}$), pero se hace igual a 1 en aquellos que superan el percentil 90 ($0,30 \mu\text{T}$). Esta forma de campana es recogida también por las curvas GAM. Estratificando por tiempo de exposición a magnitudes iguales o

superiores a $0,20 \mu\text{T}$, sólo los trabajadores expuestos de forma intermitente presentaron un claro aumento del riesgo asociado al aumento de la dosis. Este carácter intermitente de la exposición apunta en la misma dirección que los resultados del estudio de Matanoski [1991], donde el riesgo se concentró en los trabajadores de la central de telefonía, expuestos a campos intermitentes, en oposición a los reparadores de la línea que experimentan una exposición más continua.

Los riesgos relativos fueron algo mayores entre los trabajadores menores de 65 años, lo cual es consistente con hallazgos anteriores [Loomis 1992; Stenlund 1997]. Al hacer el análisis por sectores ocupacionales, se comprobó que los resultados obtenidos se debían únicamente a lo ocurrido en los sectores 6 al 9 (transporte y comunicaciones, producción y servicios), mientras que los sectores 0 al 3 (profesionales, directivos, oficinistas y personal de ventas) no mostraron ninguna relación con la exposición a campos electromagnéticos.

¿Por qué en las mujeres la posible asociación entre campos electromagnéticos y cáncer de mama es observable sólo en los sectores 0 al 3, mientras en la población masculina, por el contrario, son los sectores 6 al 9 los que sugieren algún tipo de asociación? Se nos ocurren dos posibles explicaciones, que no son mutuamente excluyentes. La primera está ligada a la diferente potencia estadística en el análisis por grupos de sectores, debida a la composición relativa de las cohortes masculina y femenina. Los sectores 0-3 y 6-9 constituyen el 34% y 55% respectivamente en la población masculina activa y el 56% y 39% respectivamente en la femenina. Sin embargo existe una explicación directamente ligada con el carácter del efecto atribuido a las radiaciones electromagnéticas de baja frecuencia. Como se ha señalado en la introducción de esta tesis, se considera que los campos electromagnéticos actuarían como promotores del cáncer, lo cual requeriría la presencia de agentes inductores que inicien el desarrollo del tumor. Sin este requisito la exposición a ELFMEF no es capaz de desencadenar el proceso carcinogénico. No existe una lista de carcinógenos establecidos para el cáncer de mama masculino [Sasco, 1993], pero los compuestos sospechosos son probablemente mucho más prevalentes en los sectores ocupacionales 6-9. Por otra parte, los factores reproductivos y hormonales considerados hoy como factores de riesgo asociados al cáncer de mama femenino (edad temprana de la menarquia, menopausia tardía, edad al primer embarazo y nuliparidad), así como otras exposiciones de riesgo (consumo de alcohol, por ejemplo), son mucho más prevalentes en los sectores ocupacionales 0-3, ligados a un mayor nivel socio-económico.

Desde el primer trabajo de Matanoski [1991], mostrando un exceso de cáncer de mama en los trabajadores de teléfonos de una compañía americana, se han sucedido un buen número de estudios tratando de investigar y cuantificar la relación entre la exposición a los campos electromagnéticos de muy baja frecuencia y distintos tipos de cáncer, entre ellos el cáncer de

mama. Ya hemos señalado la dificultad inherente a estos estudios, cada uno de los cuales presenta sus propias limitaciones. Algunos utilizaron categorías de exposición basadas en el juicio de expertos [Demers, 1991; Tynes, 1992; Guenel, 1993; Rosenbaum, 1994; Cantor, 1995; Coogan, 1996b; Petralia, 1998], otros usaron matrices de ocupación-exposición cuantitativas [Theriault, 1994; Floderus, 1994; Stenlund, 1997; Floderus, 1999; Kliukiene, 1999; Forssén, 2000] y un tercer grupo consideran una o varias ocupaciones [Matanoski, 1991; Loomis, 1992; Loomis, 1994; Tynes, 1996; Fear, 1996; Johansen, 1998; Morgan, 2000]. Los resultados son además contradictorios, algunos han comunicado un exceso de riesgo entre los trabajadores expuestos [Demers, 1991; Tynes, 1992; Guenel, 1993; Floderus, 1994; Loomis, 1994; Coogan, 1996b; Tynes, 1996; Kliukiene, 1999], otros arrojan resultados negativos [Rosenbaum, 1994; Theriault, 1994; Fear, 1996; Johansen, 1998; Petralia, 1998; Morgan, 2000] o dudosos [Loomis 1992; Cantor, 1995; Stenlund, 1997; Floderus, 1999; Forssén, 2000]. Ninguno de ellos hace una distinción expresa entre exposición a ELFME y exposición a campos de otra longitud de onda, como los microondas o las ondas de radiofrecuencia. Las dos exposiciones se mezclan en determinadas profesiones, como es el caso de la industria telefónica. Muchos de los resultados positivos de la literatura se basan precisamente en trabajadores de teléfonos, telégrafos y radio [Matanoski, 1991; Demers, 1991; Tynes, 1996], por lo que en este momento no es posible distinguir cuál podría ser la exposición relevante. Ambos tipos de campos electromagnéticos tienen un efecto promotor del cáncer de mama en estudios experimentales [Tenforde, 1996; Repacholi, 1997].

En conjunto, la ausencia de un patrón dosis-respuesta claro en ninguno de los dos sexos, especialmente en los hombres, la naturaleza ecológica de la asociación (no se dispone de información individual), unido a la imposibilidad de controlar por otros factores de riesgo no permiten conclusiones tajantes sobre el efecto de la exposición ocupacional a ELFME en nuestro estudio. Sin embargo los resultados en ningún modo sugieren una ausencia de efecto, lo cual, unido a la existencia de un mecanismo causal plausible a la luz de la evidencia experimental, apoya la necesidad de considerar las radiaciones electromagnéticas como posibles agentes promotores del cáncer mamario. En este sentido apuntan algunos de los resultados para ocupaciones individuales, especialmente el alto riesgo en las profesiones de teléfono, telégrafo y radio en mujeres, las analistas de sistemas y los policías, profesiones para las que los únicos factores de exposición conocidos son precisamente los campos electromagnéticos, ya sean los de baja frecuencia (ELFME) o los de radiofrecuencia.

6.2.5. Implicaciones desde el punto de vista de la salud pública

Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto una incidencia de cáncer de mama femenino aumentada, en comparación con otras mujeres trabajadoras de un nivel socio-económico similar, en las siguientes ocupaciones: médicas y cirujanas, farmacéuticas, diferentes tipos de profesoras, analistas de sistemas y programadoras, operadoras de teléfono, operadoras de telégrafo y radio, galvanizadoras y peluqueras. También señalan un posible exceso de riesgo para las trabajadoras religiosas, trabajadoras sociales, cajeras de bancos y las telefonistas de oficinas. La mayor parte de estas profesiones han sido señaladas anteriormente en otros estudios, muchas veces en poblaciones diferentes. Este estudio no permite cuantificar el papel que la exposición laboral en sí desempeña en relación al aumento de incidencia observado. Sin embargo, ya sea debido a la ocupación que desempeñan o a estilos de vida ligados a su ambiente social, las mujeres incluidas en estas profesiones constituyen un colectivo de riesgo a incluir en los programas de prevención y de cribado.

En los hombres, el cáncer de mama no constituye un problema prioritario de salud pública. Por otra parte, la mayoría de los resultados señalados están basados en números muy pequeños. Sin embargo, el número de casos detectado entre los reparadores de maquinaria y el incremento de riesgo en ocupaciones relacionadas, como la de otros trabajadores del metal, indican la posible presencia de exposiciones ocupacionales a explorar. Además, los resultados en los policías y en los oficiales de aduanas son respaldados por los riesgos observados en estas ocupaciones en mujeres.

Respecto a las radiaciones electromagnéticas, las características específicas de la exposición a estas radiaciones han determinado una creciente alarma social. Los campos electromagnéticos son invisibles, sus posibles efectos sobre la salud no son inmediatos, la exposición se produce de forma involuntaria y es cada vez más ubicua [Savitz, 1989]. La evidencia existente por el momento es insuficiente y contradictoria. La utilización de la matriz de ocupación-exposición a campos de muy baja frecuencia no ha aportado resultados concluyentes. En contraposición, para algunas de las ocupaciones de alto riesgo en nuestra cohorte la única exposición ocupacional conocida es la exposición a distintos tipos de radiaciones electromagnéticas. Ante esta incertidumbre, se impone una actitud de prevención prudente, como ha señalado recientemente la OMS, quien está llevando a cabo un proyecto internacional encaminado a elucidar los efectos para la salud de estas radiaciones [Repacholi, 1999].

Finalmente, este estudio pone una vez más de manifiesto la utilidad de los estudios de cohortes poblacionales a la hora de proporcionar información de la distribución del cáncer y sus posibles determinantes. El requisito imprescindible para poder llevar a cabo estos estudios es la existencia de registros de calidad de ámbito poblacional. Nuestro país cuenta con numerosos

registros de cáncer en diferentes Comunidades Autónomas y un registro de defunción nacional, pero estamos todavía muy lejos de poder aprovechar los registros administrativos existentes, como censos y padrones. Sería deseable dar los pasos oportunos para poder incorporar la información necesaria en estos registros y facilitar su utilización en investigaciones relevantes para la salud de la sociedad que los genera.

7. CONCLUSIONES

7.1. *Respecto a la relación entre cáncer de mama femenino y ocupación*

1. La incidencia de cáncer de mama en las mujeres trabajadoras es mayor en los sectores ocupacionales que implican un mayor nivel educativo y económico. Por tanto, el nivel socio-económico es un importante factor de confusión, reflejando probablemente la influencia de factores reproductivos, hormonales y dietéticos.
2. Las mujeres que trabajan como médicas y cirujanas, farmacéuticas, profesoras, analistas de sistemas y programadoras, operadoras de teléfono, operadoras de telégrafo y radio, galvanizadoras y recubridoras de metales y peluqueras y esteticistas presentan un exceso de riesgo de cáncer de mama en comparación con las trabajadoras de sus mismos sectores ocupacionales.
3. Las siguientes ocupaciones posiblemente implican también una mayor incidencia de este tumor en la población femenina activa: trabajadoras religiosas, trabajadoras sociales, cajeras de banco y telefonistas de oficina.
4. El análisis de las mujeres que refirieron una misma ocupación en 1960 y 1970 confirma el exceso de riesgo en las ocupaciones señaladas anteriormente.
5. Considerando como categoría de menor exposición a las mujeres que refirieron una determinada ocupación sólo en 1970 y de mayor exposición a las expuestas en ambos censos, la tendencia dosis-respuesta positiva observada en estas ocupaciones apoya las conclusiones anteriores.
6. En relación a la edad, el incremento de incidencia en las médicas y cirujanas, las profesoras y en las trabajadoras sociales es evidente después de los 50 años, cuando la mayor parte de las mujeres han alcanzado ya la menopausia.
7. En relación a la edad, las farmacéuticas, las ocupaciones relacionadas con teléfono, telégrafo y radio, las galvanizadoras y recubridoras de metales y las peluqueras, muestran un riesgo elevado de desarrollar cáncer de mama tanto en el período premenopáusico como en el posmenopáusico.

8. El exceso de incidencia en las profesiones señaladas se mantiene durante todo el periodo del estudio, excepto en las farmacéuticas, que muestran un aumento del riesgo en mayores de 50 años, las telefonistas y las peluqueras que experimentan una reducción del riesgo únicamente visible también en mayores de 50 años.
9. La consistencia de los resultados observados en las tres ocupaciones relacionadas con teléfonos, telégrafos y radio muestra que los campos electromagnéticos, ya sea de baja frecuencia o de radiofrecuencia, pueden ser agentes promotores del cáncer de mama. La alta incidencia en analistas de sistemas apoya esta conclusión.
10. El exceso de riesgo en las galvanizadoras y en las peluqueras implica que determinadas sustancias químicas pueden jugar un papel en la génesis o la promoción de estos tumores.

7.2. Respecto a la relación entre cáncer de mama masculino y ocupación

11. En los hombres, la variación de la incidencia de cáncer de mama en relación al nivel socio-económico es mucho menor que en el caso del cáncer de mama femenino.
12. Los reparadores de maquinaria presentan un aumento de incidencia de cáncer de mama en comparación con el resto de la población activa masculina. El análisis de la subcohorte de trabajadores que refirieron esta ocupación en 1960 y 1970 apoya esta conclusión.
13. Basado en un reducido número de casos, nuestros resultados sugieren un exceso de riesgo para los bibliotecarios, archivistas y personal de museos, otros trabajadores del trabajo eléctrico y electrónico, los policías y los oficiales de aduanas. En todas estas ocupaciones la subcohorte de trabajadores expuestos en ambos censos confirma la existencia de un riesgo elevado.
14. Las ocupaciones de empleado de banca, trabajo de oficina no especificado, otro trabajo del procesamiento del metal y curtidor y preparador de pieles muestran también un exceso de incidencia.
15. El exceso de riesgo en los reparadores de maquinaria, unido a los resultados encontrados en los trabajadores del procesamiento del metal, señalan el efecto nocivo de alguna de las exposiciones ligadas a este trabajo, entre las cuales se incluyen los metales, los solventes orgánicos y otros compuestos químicos y los campos electromagnéticos.
16. El aumento de incidencia en policías, colectivo profesional cuya selección implica un grado de salud y de ejercicio físico importante, y con pocas exposiciones ocupacionales conocidas, habla a favor de un efecto promotor de las radiaciones electromagnéticas procedentes de los equipos de comunicación que estos profesionales utilizan.

7.3. Respecto a la relación entre exposición ocupacional a campos electromagnéticos de baja frecuencia y el cáncer de mama

17. Nuestros resultados nos muestran una relación dosis-respuesta clara en ninguno de los dos sexos.
18. En las mujeres, la exposición ocupacional media por encima de $0,10 \mu\text{T}$ incrementa el riesgo de desarrollar cáncer de mama en torno a un 20%. El efecto se concentra en las mujeres mayores de 50 años y en los sectores socioeconómicamente más favorecidos (profesionales, directivas, administración y trabajo de ventas).
19. En los hombres, los expuestos de forma intermitente (menos de 1/3 de la jornada laboral) a magnitudes por encima de los $0,20 \mu\text{T}$ muestran un gradiente dosis-respuesta positiva mientras que entre los expuestos de forma más continuada no se observan diferencias en la incidencia.
20. El efecto en los hombres se concentra en los sectores ocupacionales opuestos a los señalados en las mujeres (transporte y telecomunicaciones, producción y servicios), sectores en los que la exposición a otros agentes físicos o químicos es más prevalente.
21. Teniendo en cuenta el sesgo de mala clasificación propio de la metodología empleada, la ausencia de resultados claramente negativos y la alta incidencia de cáncer de mama observada en ocupaciones cuya única exposición conocida son precisamente los campos electromagnéticos, los resultados de este estudio no permiten rechazar el papel de las radiaciones electromagnéticas como posibles promotores del cáncer de mama.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adami HO, Signorello LB, Trichopoulos. Towards an understanding of breast cancer etiology. *Semin Cancer Biol* 1998; 8: 255-262.
- Adams EE, Brues AM. Breast cancer in female radium dial workers first employed before 1930. *J Occup Med* 1980; 22: 583-587.
- Andersen A, Barlow L, Engeland A, Kjaerheim K, Lynge E, Pukkala E. Work-related cancer in the Nordic countries. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25 (Suppl 2): 1-116.
- Armenian HK, Lilienfeld AM. The distribution of incubation periods of neoplastic diseases. *Am J Epidemiol* 1974; 99: 92-100.
- Armenian HK, Lilienfeld AM. Incubation period of disease. *Epidemiol Rev* 1983; 5: 1-15.
- Arrighi HM, Hertz-Picciotto. The Evolving Concept of the Healthy Worker Survivor Effect. *Epidemiology* 1994; 5: 189-196.
- Aschengrau A, Coogan PF, Quinn MM, Cashing LJ. Occupational exposure to estrogenic chemicals and the occurrence of breast cancer: an exploratory analysis. *Am J Ind Med* 1998; 34: 6-14.
- Baker CC, Russell RA, Roder DM, Esterman AJ. A nine year retrospective mortality study of workers in a British pharmaceutical company. *J Soc Occup Med* 1986; 36: 95-98.
- Band PR, Le ND, Fang R, Deschamps M, Gallagher RP, Yang P. Identification of occupational cancer risks in British Columbia. *J Occup Environ Med* 2000; 42: 284-310.
- Barbone F, Filberti R, Franceschi S, Talamini R, Conti E, Montella M, La Vecchia C. Socioeconomic status, migration and the risk of breast cancer in Italy. *Int J Epidemiol* 1996; 25: 479-487.
- Belli S, Comba P, De Santis M, Grignoli M, Sasco AJ. Mortality study of workers employed by the Italian National Institute of Health, 1960-1989. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18: 64-67.
- Bernstein L, Yuan JM, Ross RK, Pike MC, Hanisch R, Lobo R, Stanczyk F, Gao YT, Henderson BE. Serum hormone levels in premenopausal Chinese women in Shanghai and white women in Los Angeles: results from two breast cancer case-control studies. *Cancer Causes Control* 1990; 1: 51-58.
- Bithell JF, Dutton SJ, Neary NM, Vincent TJ. Controlling for socioeconomic confounding using regression methods. *J Epidemiol Comm Health* 1995; 49 (Suppl 2): S15-S19.
- Blair A, Stewart PA. Do quantitative exposure assessment improve risk estimates in occupational studies of cancer? *Am J Ind Med* 1992; 21: 53-63.
- Blair A, Hartge P, Stewart PA, McAdams M, Lubin J. Mortality and cancer incidence of aircraft maintenance workers exposed to trichloroethylene and other organic solvents and chemicals: extended follow-up. *Occup Environ Med* 1998; 55: 161-171.

- Blair A, Hoar Zahm SH, Silverman DT. Occupational cancer among women: research status and methodologic considerations. *Am J Ind Med* 1999; 36: 6-17.
- Boffetta P, Kogevinas M. Introduction: Epidemiologic research and prevention of occupational cancer in Europe. *Environ Health Perspect* 1999; 107 (Suppl 2): 229-231.
- Boice JD, Mandel JS, Doody MM. Breast cancer among radiologic technologists. *JAMA* 1995; 274: 394-401.
- Breslow NE. Extra-Poisson variation in log-linear models. *Appl Statist* 1984; 33: 38-44.
- Breslow NE, Day NE. *Statistical methods in cancer research. Volume II: The design and analysis of cohort studies*. IARC Scientific Publications N° 82. Lyon, 1987.
- Breslow NE. Statistical Issues in the analysis of data from occupational cohort studies. En: Band P (editor). *Occupational Cancer Epidemiology*. Springer-Verlag. Berlin, 1990, pp: 79-93.
- Bulbulyan M, Hoar Zahm S, Zaridze DG. Occupational cancer mortality among urban women in the former USSR. *Cancer Causes Control* 1992; 3: 299-307.
- Burch JB, Reif JS, Noonan CW, Yost MG. Melatonin metabolite levels in workers exposed to 60-Hz magnetic fields: work in substations and with 3-phase conductors. *J Occup Environ Med* 2000; 42: 136-142.
- Burnett C, Robinson C, Walker J. Cancer mortality in health and science technicians. *Am J Ind Med* 1999; 36: 155-158.
- Calle EE, Murphy TK, Rodríguez C, Thun MJ, Heath CW. Occupation and breast cancer mortality in a prospective cohort of US women. *Am J Epidemiol* 1998; 148: 191-197.
- Cantor KP, Dosemeci M, Brinton LA, Stewart PA. Re: Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87: 227-228.
- Carpenter LM, Macconochie NES, Roman E, Cox DR. Examining associations between occupation and health by using routinely collected data. *J R Statist Soc A* 1997; 160: 507-521.
- Carpenter L, Roman E. Cancer and occupation in women: identifying associations using routinely collected national data. *Environ Health Perspect* 1999; 107 (Suppl 2): 299-303.
- Casagrande JT, Hanisch R, Pike MC, Ross RK, Brown JB, Henderson BE. A case-control study of male breast cancer. *Cancer Res* 1988; 48:1326-1330
- Checkoway H, Pearce N, Hickey JLS, Dement JM. Latency analysis in occupational epidemiology. *Arch Environ Health* 1990; 45: 95-100.
- Clayton DG, Bernardinelli L, Montomoli C. Spatial correlation in ecological analysis. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 1193-1202.
- Cocco P, Figgs L, Dosemeci M, Hayes R, Linet MS, Hising AW. Case-control study of occupational exposures and male breast cancer. *Occup Environ Med* 1998; 55:599-604.
- Cohen M, Lippmann M, Chabner B. Role of pineal gland in aetiology and treatment of breast cancer. *Lancet* 1978; 2: 814-816.
- Coleman MP, Esteve J, Damiecki P, Arslan A, Renard H. *Trends in cancer incidence and mortality*. IARC Scientific Publications N° 121. Lyon, 1993.
- Coogan PF, Clapp RW, Newcomb PA, Mittendorf R, Bogdan G, Baron JA, Longnecker MP. Variation in female breast cancer risk by occupation. *Am J Ind Med* 1996a; 30: 430-437.
- Coogan PF, Clapp RW, Newcomb PA, Wenzl TB, Bogdan WG, Mittendorf R, Baron JA, Longnecker MP. Occupational exposure to 60-hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women. *Epidemiology* 1996b; 7: 459-464.

- Coogan PF, Aschengrau A. Exposure to power frequency magnetic fields and risk of breast cancer in the Upper Cape Cod Cancer Incidence. *Arch Environ Health* 1998; 53: 359-367.
- Cook LS, Malone KE, Daling JR, Voigt LF, Weiss NS. Hair product use and the risk of breast cancer in young women. *Cancer Causes Control* 1999; 10: 551-559.
- Costantini AS, Pirastu R, Lagorio S, Miligi L, Costa G. Studying cancer among female workers: methods and preliminary results from a record-linkage system in Italy. *J Occup Med* 1994; 36: 1180-1186.
- Coughlin SS, Chiazze L. Job-exposure matrices in epidemiologic research and medical surveillance. *Occup Med* 1990; 5: 633-646.
- Demers PA, Thomas DB, Rosenblatt KA, Jimenez LM, McTiernan A; Stalsberg H, Stemhagen A, Thompson WD, MacCrea Curnen MG, Satariano W, Austin DF; Isacson P, Greenberg HS, Key C, Kolonel LN, West DW. Occupational exposure to electromagnetic fields and breast cancer in men. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 340-347.
- Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. *Am J Epidemiol* 1997; 145: 1-9.
- Doll R, Cook P. Summarizing indices for comparison of cancer incidence data. *Int J Cancer* 1967; 2: 269-279.
- Doll R. Urban and rural factors in the aetiology of cancer. *Int J Cancer* 1991; 47: 803-810.
- Doody MM, Mandel JS, Boice JD. Employment practices and breast cancer among radiologic technologists. *J Occup Environ Med* 1995; 37: 321-327.
- Doody MM, Mandel JS, Lubin JH, Boice JD Jr. Mortality among United States radiologic technologists, 1926-1990. *Cancer Causes Control* 1998; 9: 67-75.
- Dorgan JF, Brown C, Barrett M et al. Physical activity and risk of breast cancer in the Framingham Heart Study. *Am J Epidemiol* 1994; 139: 662-669.
- Dosemeci M, Hayes RB, Vetter R et al. Occupational physical activity, socioeconomic status, and risks of 15 cancer sites in Turkey. *Cancer Causes Control* 1993; 4:313-321.
- Dosemeci M, Blair A. Occupational cancer mortality among women employed in the telephone industry. *J Occup Med* 1994; 36: 1204-1209.
- Dunnell K, Bunting J, Wood R, Babb P. Measuring aspects of women's life and work for the study of variations in health. *Am J Ind Med* 1999; 36: 25-33.
- Elwood JM. A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancers. *Environ Health Persp* 1999; 107 (Suppl 1): 155-168.
- Ewertz M. Risk of breast cancer in relation to social factors in Denmark. *Acta Oncol* 1988; 27: 787-792.
- Fear NT, Roman E, Carpenter LM, Newton R, Bull D. Cancer in electrical workers: an analysis of cancer registrations in England, 1981-87. *Br J Cancer* 1996; 73: 935-939.
- Feychting M, Forssén U, Rutqvist LE, Ahlbom A. Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines. *Epidemiology* 1998; 9:392-397.
- Floderus B, Törnqvist S, Stenlund C. Incidence of selected cancers in Swedish railway workers, 1961-1979. *Cancer Causes Control* 1994; 5: 189-194.
- Floderus B, Persson T, Stenlund C. Magnetic-field exposures in the workplace: Reference distribution and exposures in occupational groups. *Int J Occup Health* 1996; 2: 226-238.

- Floderus B, Stenlund C, Persson T. Occupational magnetic field exposure and site-specific cancer incidence: a Swedish cohort study. *Cancer Causes Control* 1999; 10: 323-332.
- Forastiere F, Perucci CA, Di Petro A, Perucci CA, Di Pietro A, Miceli M, Rapiti E, Bargagli A, Borgia P. Mortality among urban policemen in Rome. *Am J Ind Med* 1994; 26: 785-798.
- Forssén UM, Feychting M, Rutqvist LE, Floderus B, Ahlbom A. Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females. *Epidemiology* 2000; 11: 24-29.
- Friedenreich CM, Rohan TE. A review of physical activity and breast cancer. *Epidemiology* 1995; 6: 311-317.
- Gammon MD, Schoenberg JB, Britton JA, Kelsey JL, Stanford JL, Malone KE, Coates RJ, Brogan DJ, Potischman N, Swanson CA, Brinton LA. Electric blanket use and breast cancer risk among younger women. *Am J Epidemiol* 1998; 148: 556-563.
- Garvican L, Littlejohns P. Comparison of prognostic and socio-economic factors in screen-detected and symptomatic cases of breast cancer. *Public Health* 1998; 112: 15-20.
- Goldberg MS, Labreche F. Occupational Risk Factors for Female Breast Cancer: A Review. *Occup Environ Med* 1996; 53: 145-56.
- González CA, Agudo A. Occupational cancer in Spain. *Environ Health Perspect* 1999; 107 (Suppl 2): 273-277.
- Green A, Willett WC, Colditz GA, Stampfer MJ, Bain C, Rosner B, Hennekens CH, Speizer FE. Use of permanent hair dyes and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 1987; 79: 253-257.
- Gregorio DI, Walsh ST, Paturzo D. The effects of occupation-based social position on mortality in a large American cohort. *Am J Public Health* 1997; 87: 1472-1475.
- Gridley G, Nyren O, Dosemeci M, Moradi T, Adami HO, Carroll L, Zahm SH. Is there a healthy worker effect for cancer incidence among women in Sweden. *Am J Ind Med* 1999; 36: 193-199.
- Guénel P, Raskmark P, Andersen JB, Lynge E. Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark. *Br J Ind Med* 1993; 50: 758-764.
- Gunnarsdóttir H, Rafnsson V. Cancer incidence among Icelandic nurses. *J Occup Environ Med* 1995; 37: 307-312.
- Gustavsson P, Reuterwall C, Sadigh J, Söderholm M. Mortality and cancer incidence among laboratory technicians in medical research and routine laboratories (Sweden). *Cancer Causes Control* 1999; 10: 59-64.
- Habel LA, Stanford JT, Vaughan TL, Rossing MA, Voigt LF, Weiss NS, Daling JR. Occupation and breast cancer risk in middle-aged women. *J Occup Med* 1995; 37: 349-356.
- Hansen J, Olsen JH, Larsen AI. Cancer morbidity among employees in a Danish pharmaceutical plant. *Int J Epidemiol* 1994a; 23: 891-898.
- Hansen J, Olsen JH. Cancer morbidity among Danish female pharmacy technicians. *Scand J Work Environ Health* 1994b; 20: 22-26.
- Hansen J. Breast cancer risk among relatively young women employed in solvent-using industries. *Am J Ind Med* 1999; 36: 43-47.
- Hansen J. Elevated risk for male breast cancer after occupational exposure to gasoline and vehicular combustion products. *Am J Ind Med* 2000; 37: 349-352.

- Hardell L, Holmberg B, Walker H, Paulsson LE. Exposure to extremely low frequency magnetic fields and the risk of malignant diseases –an evaluation of epidemiological and experimental findings. *Eur J Cancer Prev* 1995; 4 (Suppl 1): 3-107.
- Harrington JM, Goldblatt P. Census based mortality study of pharmaceutical industry workers. *Br J Ind Med* 1986; 43: 206-211
- Harris J, Morrow M, Norton L. Malignant tumors of the breast. En: DeVita Jr VT, Hellman S, Rosenberg SA (editores). *Cancer Principles and Practice of Oncology*. Quinta edición. Lippincott-Raven. Filadelfia, 1997 pp:1557-1616.
- Hastie TJ. *Generalized Additive Models*. En: Chambers JM, Hastie TJ (ed). *Statistical Models in S*. Chapman & Hall Computer Science Series. Chapman & Hall. New York & London, 1991.
- Hatch MC, Figa-Talamanca I, Salerno S. Work stress and menstrual patterns among American and Italian nurses. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25: 144-150.
- Henderson BE, Pike MC, Bernstein L, Ross RK. Breast cancer. En: Schottenfeld D, Fraumeni jr JF (editores). *Cancer Epidemiology and Prevention*. Segunda Edición. Oxford University Press. Oxford 1996 pp: 1022-1039.
- Henderson BE, Benrstein L, Ross R. Etiology of cancer: hormonal factors. En: DeVita Jr VT, Hellman S, Rosenberg SA (editores). *Cancer Principles and Practice of Oncology*. Quinta edición. Lippincott-Raven. Filadelfia, 1997 pp: 219-229.
- Hilbe J. Robust variance estimators for MLE Poisson and negative binomial regression. *Stata Technical Bull* 1998; 45: 26-28.
- Hill SM, Blask DE. Effects of the pineal hormone melatonin on the proliferation and morphological characteristics of human breast cancer cells (MCF-7) in culture. *Cancer Res* 1988; 48: 6121-6126.
- Hoar SK, Morrison AS, Cole P, Silverman DT. An occupation and exposure linkage system for the study of occupational carcinogenesis. *J Occup Med* 1980; 22: 722-726.
- Hsing AW, McLaughlin JK, Cocco P, Co Chien HT, Fraumeni JF Jr. Risk factors for male breast cancer (United States). *Cancer Causes Control* 1998; 9: 269-275.
- Johansen C, Olsen JH. Risk of cancer among Danish utility workers –a nationwide cohort study. *Am J Epidemiol* 1998; 147: 548-555.
- John E, Kelsey JL. Radiation and other environmental exposures and breast cancer. *Epidemiol Rev* 1993; 15: 157-162.
- Jones ME, Swerdlow AJ. Bias in the Standardized Mortality Ratio when using general population rates to estimate expected number of deaths. *Am J Epidemiol* 1998; 148: 1012-1017.
- Katz RM. Causes of death among registered nurses. *J Occup Med* 1983; 25: 760-762.
- Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, Young R, Kogevinas M, Ahrens W, Boffeta P, Hansen J, Kromhout H, Maqueda Blasco J, Mirabelli D, de la Orde-Rivera V, Plato N, Pannett B, Savela A, Veulemans H, Vincent R. Occupational exposure to carcinogens in the European Union in 1990-1993. CAREX. International information system on Occupational Exposure to Carcinogens. Finnish Institute of Occupational Health. Helsinki, 1998.
- Kelsey JL, Gammon MD, John EM. Reproductive risk factors and breast cancer. *Epidemiol Rev* 1993a; 15: 36-47.
- Kelsey JL. Breast cancer epidemiology: summary and future directions. *Epidemiol Rev* 1993b; 15: 256-263.
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgenstern H. *Epidemiologic Research: Principles and Methods*. Lifetime Learning Publications. Belmont, 1982.

- King AS, Threlfall WJ, Band PR, Gallagher RP. Mortality among female registered nurses and school teachers in British Columbia. *Am J Ind Med* 1994; 26: 125-132.
- Kjaerheim K. Occupational cancer research in the Nordic countries. *Environ Health Perspect* 1999; 107 (Suppl 2): 233-238.
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Morgenstern. Epidemiologic research: Principles and quantitative methods. Van Nostrand Reinhold. New York 1982 (reimpresión 1984).
- Kliukiene J, Tunes T, Martinsen JI, Blaasaas KG, Andersen A. Incidence of breast cancer in a Norwegian cohort of women with potential workplace exposure to 50 Hz magnetic fields. *Am J Ind Med* 1999; 36: 147-154.
- Knave B. Electric and magnetic fields and health outcomes –an overview. *Scand J Work Environ Health* 1994; 20: 78-89.
- Koenig KL, Pasternack BS, Shore RE, Strax P. Hair dye use and breast cancer: a case-control study among screening participants. *Am J Epidemiol* 1991; 133: 985-995.
- Kuller LH. The etiology of breast cancer –From epidemiology to prevention. *Public Health Rev* 1995; 23: 157-213.
- Labreche FP, Goldberg MS. Exposure to organic solvents and breast cancer in women: a hypothesis. *Am J Ind Med* 1997; 32: 1-14.
- Lawson JS. The link between socioeconomic status and breast cancer –a possible explanation. *Scand J Public Health* 1999; 27: 203-205.
- Lenfant-Pejovic MH, Mlika-Cabanne N, Bouchardy C, Auquier A. Risk factors for male breast cancer: a Franco-Swiss case-control study. *Int J Cancer* 1990; 45:661-665
- Liehr JG. Dual role of oestrogens as hormones and pro-carcinogens: tumour initiation by metabolic activation of oestrogens. *Eur J Cancer Prev* 1997; 6: 3-10.
- Lindbohm ML. Womens's reproductive health: some recent developments in occupational epidemiology. *Am J Ind Med* 1999; 36: 18-24.
- Liu L, Deapen D, Bernstein L. Socioeconomic status and cancers of the female breast and reproductive organs:a comparison across racial/ethnic populations in Los Angeles County, California (United States). *Cancer Causes Control* 1998; 9: 369-380.
- Loomis DP. Cancer of breast among men in electrical occupations. *Lancet* 1992; 339: 1482-1483.
- Loomis DP, Savitz DA, Ananath CV. Breast cancer mortality among female electrical workers in the United Sates. *J Natl Cancer Inst* 1994; 84: 921-925.
- López-Abente G. Cáncer en agricultores. Mortalidad proporcional y estudios caso-control con certificados de defunción. Fondo de Investigación Sanitaria. Madrid, 1991.
- Ly C_Y, Therialut G, Lin RS. Residential exposure to 60-Hz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. *Epidemiology* 1997; 8: 25-30.
- Lyburdy RP, Sloma TR, Sokolic R, Yaswen P. ELF magnetic fields, breast cancer, and melatonin: 60 Hz fields block melatonin's oncostatic action on ER+ breast cancer cell proliferation. *J Pineal Res* 1993; 14: 89-97.
- Lynge E, Thygesen L. Occupational cancer in Denmark. Cancer incidence in the 1970 census population. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16 (Suppl 2): 1-35.
- Mabuchi K, bross DS, Kessler II. Risk factors for male breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 1985; 74:371-375
- Mac-Mahon B, Cole P, Brown JB, Aoki K, Lin TM, Morgan RW, Woo NC. Urine oestrogen profiles of Asian and North American women. *Int J Cancer* 1974; 14: 161-167.

- Martín-Moreno JM, Willett WC, Gorgojo L, Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F, Fernández-Rodríguez JC, Maisonneuve P, Boyle P. Dietary fat, olive oil intake and breast cancer risk. *Int J Cancer* 1994; 58: 774-780.
- Matanoski GM, Bresysse PN, Elliot EA. Electromagnetic field exposure and male breast cancer. *Lancet* 1991; 337: 737.
- McDowall ME. Mortality of persons resident in the vicinity of electricity transmission facilities. *Br J Cancer* 1986; 53: 271-279.
- McLaughlin JK, Malker HSR, Blot WJ, Weiner JA, Ericsson JLE, Fraumeni Jr JF. Occupational risks for male breast cancer in Sweden. *Br J Ind Med* 1988; 45: 275-276.
- Mikoczy Z, Schütz A, Hagmar L. Cancer incidence and mortality among Swedish leather tanners. *Occup Environ Med* 1994; 51: 530-535.
- Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides KA, Heringer S, Negrete W. Radiogrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems. *Epidemiology* 2000; 11: 118-127.
- Morton WE. Major differences in breast cancer risks among occupations. *J Occup Environ Med* 1995; 37:328-335.
- Nasca PC, Burnett WS, Greenwald P, Brennan K, Wolfgang P, Carlton K. Population density as an indicator of urban-rural differences in cancer incidence, upstate New York, 1968-1972. *Am J Epidemiol* 1980; 112: 362-375.
- Nectoux J, Parkin DM. Epidemiology of breast cancer in men. *Bull Cancer* 1992; 79: 991-998.
- Norman SA, Berlin JA, Soper KA, Middendorf BF, Stolley PD. Cancer incidence in a group of workers potentially exposed to ethylene oxide. *Int J Epidemiol* 1995; 24: 276-284.
- Olsen JH, Jensen OM. Occupation and risk of cancer in Denmark. *Scand J Environ Health* 1987; 13 (Suppl 1): 1-91.
- Parkin DM, Whelan SL, Ferlay J, Raymond L, Young J (editores). *Cancer Incidence in Five Continents Vol. VII*. IARC Scientific Publications Nº 143. Lyon, 1997.
- Petralia SA, Chow WH, McLaughlin J, Jin F, Gao YT, Dosemeci M. Occupational risk factors for breast cancer among women in Shanghai. *Am J Ind Med* 1998a; 34: 477-483.
- Petralia SA, Vena JE, Freudenheim JL, Marshall JR, Michalek A, Brasure J, Swanson M, Graham S. Breast cancer risk and lifetime occupational history: employment in professional and managerial occupations. *Occup Environ Med* 1998b; 55: 43-48.
- Petralia SA, Dosemeci M, Adams EE, Zahm SH. Cancer mortality among women employed in health care occupations in 24 US States, 1984-1993. *Am J Ind Med* 1999a; 36: 159-165.
- Petralia SA, Vena JE, Freudenheim JL, Dosemeci M, Michalek A, Goldberg MS, Brasure J, Graham S. Risk of premenopausal breast cancer in association with occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and benzene. *Scand J Work Environ Health* 1999b; 25: 215-221.
- Potter JD, Cerhan JR, Sellers TA, McGovern PG, Drinkard C, Kushi LR, Folsom AR. Progesterone and estrogen receptors and mammary neoplasia in the Iowa Women's Health Study: How many kinds of breast cancer are there? *Cancer Epidemiol Biomark Prev* 1995; 4: 319-326.
- Pukkala E, Poskiparta M, Apter D, Vihko V. Life-long physical activity and cancer risk among Finnish female teachers. *Eur J Cancer Prev* 1993; 2: 369-376.

- Pukkala E, Auvinen A, Gunilla W. Incidence of cancer among Finnish airline cabin attendants, 1967-92. *Br Med J* 1995; 311: 649-652.
- Repacholi MH. Radiofrequency field exposure and cancer: what do the laboratory studies suggest? *Environ Health Perspect* 1997; 105 (Suppl 6): 1565-1568.
- Repacholi MH. EMF concerns and WHO's international EMF Project. En: *EMF Risk Perception and Communication*. WHO. Ginebra, 1999.
- Rimpelä AH, Pukkala EI. Cancers of affluence: positive social class gradient and rising incidence trend in some cancer forms. *Soc Sci Med* 1987; 24: 601-606.
- Rix BA, Lynge E. Cancer incidence in Danish health care workers. *Scand J Soc Med* 1996; 2: 114-120.
- Rix BA, Skov T, Lynge E. Socioeconomic group, occupation and incidence of breast cancer and genital cancer among women in Denmark. *Eur J Public Health* 1997; 7: 177-181.
- Robinson CF, Petersen M, Sieber WK, Palu S, Halperin WE. Mortality of Carpenters' Union members employed in the U.S. construction or wood product industries, 1987-1990. *Am J Ind Med* 1997; 31: 126.
- Robinson CF, Walker JT. Cancer mortality among women employed in fast-growing US occupations. *Am J Ind Med* 1999; 36: 186-192.
- Roman E, Beral V, Inskip H. Occupational mortality among women in England and Wales. *Br Med J* 1985; 291: 194-196.
- Rosenbaum PF, Vena JE, Zielezny MA, Michalek AM. Occupational exposures associated with male breast cancer. *Am J Epidemiol* 1994; 139: 30-36.
- Rothman KJ. No adjustments are needed for multiple comparisons. *Epidemiology* 1990; 1: 43-46.
- Rubin CH, Burnett CA, Halperin WE, Seligman PJ. Occupation as a risk identifier for breast cancer. *Am J Public Health* 1993; 83: 1311-1315.
- Sacker A, Firth D, Fitzpatrick R, Lync K, Bartley M. Comparing health inequality in men and women: prospective study of mortality 1986-96. *B Med J* 2000; 320: 1303-1307.
- Sankila R, Karjalainen S, Läärä E, Pukkala E, Teppo L. Cancer risk among health care personnel in Finland, 1971-1980. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16: 252-257.
- Sasco AJ, Lowenfels AB, Pasker-de Jong P. Review article: epidemiology of male breast cancer. A meta-analysis of published case-control studies and discussion of selected aetiological factors. *Int J Cancer* 1993; 53: 538-549.
- Savitz DA, Pearce NE, Poole C. Methodological issues in the epidemiology of electromagnetic fields and cancer. *Epidemiologic Reviews* 1989; 11: 59-78.
- Schalick LM, Hadden WC, Pamuk E, Navarro V, Pappas G. The widening gap in death rates among income groups in the United States from 1967 to 1986. *Int J Health Serv* 2000; 30: 13-26.
- Schreiber GH, Swaen GMH, Meijers JMM, Slangen JJM, Sturmans F. Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment: a retrospective cohort study. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 9-15.
- Shimizu H, Ross RK, Bernstein L, Pike MC, Henderson BE. Serum oestrogen levels in post-menopausal women: comparison of American whites and Japanese in Japan. *Br J Cancer* 1990; 62: 451-453.
- Simpson J, Roman E, Law G, Pannett B. Women's occupation and cancer: preliminary analysis of cancer registrations in England and Wales, 1971-1990. *Am J Ind Med* 1999; 36: 172-185.

- Skiöld L. Health problems and stress on the increase among teachers. *Working Life* 2000; 2: 3.
- Spiegelhalter D, Thomas A, Best N, Gilks W. *BUGS: Bayesian inference Using Gibbs Sampling*. MRC Biostatistics Unit Institute of Public Health. Cambridge, 1995.
- Statistics in Sweden. Statistical Yearbook 1981. *Statistics in Sweden*. Estocolmo, 1981.
- Statistics in Sweden. Statistical Yearbook 1981. *Statistics in Sweden*. Estocolmo, 1981.
- Stenlund C, Floderus B. Occupational exposure to magnetic fields in relation to male breast cancer and testicular cancer: a Swedish case-control study. *Cancer Causes Control* 1997; 8: 184-191.
- Stevens RG. Electric power use and breast cancer: a hypothesis. *Am J Epidemiol* 1987; 125: 556-561.
- Talamini R, La Vecchia C, Decarli A, Franceschi S, Grattoini E, Grigoletto E, Liberati A, Tognoni G. Social factors, diet and breast cancer in a northern Italian population. *Br J Cancer* 1984; 49: 723-729.
- Tenforde TS. Interaction of ELF magnetic fields with living systems. En: Polk C, Postow E (editores). *Biological effects of electromagnetic fields*. Second Edition. CRC Press. New York 1996; pp:185-230.
- Teta MJ, Walrath J, Meigs JW, Flannery JT. Cancer incidence among cosmetologists. *J Natl Cancer Inst* 1984; 72: 1051-1057.
- Theriault G, Goldberg M, Miller AB, Armstrong B, Guenel P, Deadman J, Imbernon E, To T, Chevalier A, Cyr D, Wall C. Cancer Risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989. *Am J Epidemiol* 1994; 139: 550-572.
- Threlfall WJ, Gallagher RP, Spinelli JJ, Band PR. Reproductive variables as possible confounders in occupational studies of breast and ovarian cancer in females. *J Occup Med* 1985; 27: 448-450.
- Thomas DB. Breast cancer in men. *Epidemiol Rev* 1993; 15: 220-231.
- Thune I, Bren T, Lund E, Gaard M. Physical activity and the risk of breast cancer. *New Engl J Med* 1997; 336: 1269-1275.
- Tynes T, Andersen A. Electromagnetic fields and male breast cancer. *Lancet* 1990 1: 1596.
- Tynes T, Andersen A, Langmark F. Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields. *Am J Epidemiol* 1992; 136: 81-88.
- Tynes T. Electromagnetic fields and male breast cancer. *Biomed & Pharmacother* 1993; 47: 425-427.
- Tynes T, Hannevik M, Andersen A, Vistnes AI, Haldorsen. Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators. *Cancer Causes Control* 1996; 7: 197-204.
- Van Loon AJ, Goldbohm RA, Van den Brandt PA. Socioeconomic status and breast cancer incidence: a prospective cohort study. *Int J Epidemiol* 1994; 23: 899-905.
- Vena JE, Graham S, Hellmann R, Swanson M, Brasure J. Use of electric blankets and risk of postmenopausal breast cancer. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 180-185.
- Vena JE, freudenheim JL, Marshall JR, Laughlin R, Swanson M, Graham S. Risk of premenopausal breast cancer and use of electric blankets. *Am J Epidemiol* 1994; 140: 974-979.
- Verkasalo PK, Pukkala E, Kaprio J, Heikkilä KV, Koskenvuo M. Magnetic fields of high voltage power lines and risk of cancer in Finnish adults: Nationwide cohort study. *Br Med J* 1996; 313: 1047-1051.

- Wang J-X, Inskip PD, Boice JD Jr, Li B-X, Zhang J-Y, Fraumeni JF Jr. Cancer incidence among medical diagnostic x-ray workers in China, 1950 to 1985. *Int J Cancer* 1990; 45: 889-895.
- Weiderpass E, Pukkala E, Kauppinen T, Mutanen P, Paakkulainen H, Vsama-Neuvonen K, Boffeta P, Partanen T. Breast cancer and occupational exposures in women in Finland. *Am J Ind Med* 1999; 36: 48-53.
- Wennborg H, Yuen J, Axelsson G, Ahlbom A, Gustavsson P, Sasco AJ. Mortality and cancer incidence y biomedical laboratory personnel in Sweden. *Am J Ind Med* 1999; 35: 382-389.
- Wertheimer NW, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979; 109: 273-284.
- Wertheimer NW, Leeper E. Adult cancer related to electrical wires near the home. *Int J Epidemiol* 1982; 11: 345-355.
- Wertheimer N, Leeper E. Magnetic field exposure related to cancer subtypes. *Ann NY Acad Sci* 1987; 502: 43-53.
- White H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica* 1980; 48: 817-830.
- Wiklund K, Eklund G. Reliability of record linkage in the Swedish cancer-environment register. *Acta Radiol Oncol* 1986; 25: 11-14.
- Williams RR, Stegens NL, Goldsmith JR. Associations of cancer site and type with occupation and industry from the Thrid National Cancer Survey Interview. *J Natl Cancer Inst* 1977; 59: 1147-151.
- Wynder EL, Goodman M. Epidemiology of breast cancer and hair dyes. *J Natl Cancer Inst* 1983; 71: 481-488.
- Zheng W, Shu XO, McLaughlin JK, Chow WH, Gao YT, Blot WJ Occupational physical activity and the incidence of cancer of the breast, corpus uteri, and ovary in Shanghai. *Cancer* 1993; 71: 3620-3624.

9. ANEXOS

Anexo 1: Clasificación nacional sueca de ocupaciones a tres dígitos

- 001 Arquitectos, ingenieros y técnicos de la construcción.
- 002 Ingenieros y técnicos de electricidad, electrónica y telecomunicaciones.
- 003 Ingenieros y técnicos de mecánica.
- 004 Ingenieros y técnicos químicos.
- 005 Ingenieros y técnicos de metalurgia y minas.
- 006 Ingenieros y técnicos especialidad no especificada.
- 007 Topógrafos, agrimensores, cartógrafos.
- 008 Técnicos auxiliares.
- 009 Trabajo de ingeniería no especificado.
- 011 Químicos.
- 012 Físicos.
- 013 Geólogos, meteorólogos.
- 014 Técnicos y auxiliares de laboratorio.
- 019 Trabajo de física y química no especificado.
- 021 Veterinarios.
- 022 Biólogos.
- 023 Ingenieros agrónomos.
- 024 Ingenieros de montes.
- 029 Trabajo de biología no especificado.
- 031 Médicos y cirujanos.
- 032 Dentistas.
- 039 Trabajo médico no especificado.
- 040 Diplomados en enfermería.
- 041 Comadronas.
- 042 Cuidadores de centros psiquiátricos.
- 043 Auxiliares de enfermería.
- 044 Higienistas dentales.
- 045 Técnicos sanitarios.
- 046 Farmacéuticos.
- 047 Fisioterapeutas, técnicos de terapia ocupacional.
- 048 Inspectores sanitarios.
- 049 Trabajo sanitario y de enfermería no especificado.

- 050 Rectores, directores de centros educativos.
- 051 Profesores universitarios y de escuelas superiores.
- 052 Profesores de nivel medio.
- 053 Maestros.
- 054 Profesores de pintura, música o educación física.
- 055 Profesores de formación profesional.
- 056 Profesores de pre-escolar.
- 057 Asesores de métodos educativos.
- 058 Otros trabajadores de la educación.
- 059 Trabajo de educación no especificado.
- 061 Sacerdotes, pastores.
- 068 Otros trabajadores religiosos.
- 069 Trabajo religioso no especificado.
- 071 Jueces y otros abogados en los tribunales.
- 072 Fiscales y oficiales de policía de rango superior.
- 073 Abogados con práctica privada.
- 074 Asesores jurídicos en empresas y organizaciones.
- 078 Otro trabajo de leyes.
- 079 Trabajo de leyes no especificado.
- 081 Escultores, pintores, fotógrafos y artistas comerciales.
- 082 Diseñadores.
- 083 Decoradores.
- 084 Escritores.
- 085 Periodistas, editores.
- 086 Actores y similares.
- 087 Músicos y compositores.
- 088 Otro trabajo literario y artístico.
- 089 Trabajo literario y artístico no especificado.
- 091 Contables, auditores e interventores.
- 092 Trabajadores sociales.
- 093 Bibliotecarios, archiveros y conservadores de museo.
- 094 Economistas, estadísticos.
- 095 Psicólogos.
- 096 Jefes de personal.
- 097 Analistas de sistemas, programadores.
- 098 Otros profesionales, técnicos y similares.
- 099 Profesionales, técnicos y similares no especificados.
- 101 Altos cargos del gobierno, cámara legislativa y administración.
- 111 Directores generales de empresa.
- 118 Otros directores, incluyendo directores con funciones específicas.
- 119 Otro trabajo administrativo y de economía y el no especificado.
- 201 Contables y cajeros de oficinas.
- 203 Cajeros de bancos.
- 204 Cajeros en tiendas y restaurantes.

- 208 Cobradores de deudas.
- 209 Trabajo de contable y de oficina no especificado.
- 290 Administrativos, secretarías, tipistas y similares.
- 291 Operadores de ordenador.
- 292 Empleados de banca.
- 293 Empleados de agencias de viajes.
- 294 Agentes de transporte y agentes marítimos.
- 295 Administrador de fincas, almacenes e inmuebles.
- 296 Tasadores de seguros.
- 297 Empleados en oficinas de seguros nacionales.
- 298 Agentes de compras.
- 299 Trabajo de oficina no especificado.
- 301 Propietarios de negocios de venta al por mayor.
- 302 Propietarios de negocios de venta al por menor (detallistas).
- 309 Propietarios no especificados.
- 311 Representantes y agentes de seguros.
- 312 Agentes de cambio y bolsa y corredores de comercio.
- 313 Publicistas.
- 318 Subastadores.
- 319 Trabajo de venta de bienes y valores.
- 321 Viajantes.
- 331 Agentes de compra-venta y tratantes.
- 332 Empresarios de tiendas.
- 333 Empleados de tiendas.
- 334 Vendedores ambulantes.
- 338 Empleados de gasolineras.
- 339 Otro trabajo de venta y no especificados.
- 401 Proprietarios de empresas agrícolas, hortícolas o forestales.
- 402 Capataces y supervisores agrícolas.
- 403 Capataces y supervisores forestales.
- 404 Capataces y supervisores hortícolas.
- 405 Empresarios ganaderos.
- 406 Criadores de animales de pieles.
- 407 Propietarios de rebaños de renos.
- 409 Trabajo de dirección en agricultura, horticultura y silvicultura no especificado.
- 411 Agricultores.
- 412 Horticultores.
- 413 Ganaderos.
- 414 Trabajadores en granjas de animales de pieles.
- 415 Pastor de renos.
- 418 Otro trabajo en agricultura, horticultura y ganadería.
- 419 Trabajo en agricultura, horticultura y ganadería no especificado.
- 421 Cazadores y cuidadores de caza.

- 431 Pescadores.
- 432 Criadores de pescado.
- 439 Trabajo de pesca no especificado.
- 441 Trabajadores forestales, madereros, arrastradores, navateros.
- 501 Mineros, canteros.
- 502 Perforadores de pozos y sondistas.
- 503 Preparadores de minerales y rocas.
- 504 Otro trabajo de minería y cantería.
- 509 Trabajo de minería y cantería no especificado.
- 601 Oficiales navales.
- 602 Pilotos navales.
- 603 Ingenieros marítimos.
- 609 Trabajo de oficial marítimo no especificado.
- 611 Tripulación de barco (cubierta y sala de máquinas).
- 621 Pilotos aéreos, oficiales de vuelo e ingenieros aeronáuticos.
- 631 Maquinistas y ayudantes.
- 632 Ferroviarios.
- 633 Conductores de vehículos a motor, conductores de tranvías.
- 634 Conductores de carros de caballos.
- 635 Repartidores.
- 636 Revisores de autobus y tranvía y jefes de tráfico.
- 639 Trabajo de ferrocarril y carretera no especificado.
- 641 Jefes portuarios.
- 642 Controladores aéreos y jefes de tráfico aéreo.
- 643 Jefes e inspectores de transporte ferroviario.
- 644 Supervisores del tráfico de carretera.
- 649 Trabajo no especificado de supervision de tráfico.
- 651 Oficinistas de coreos.
- 652 Oficiales del tráfico de telecomunicaciones.
- 653 Operadores de teléfonos.
- 654 Telefonistas de oficinas.
- 655 Operadores de telégrafo y radio.
- 659 Trabajo no especificado de correos y telecomunicaciones.
- 661 Clasificadores de correo y carteros.
- 662 Mensajeros.
- 669 Trabajo no especificado de distribución de correo y mensajería.
- 671 Fareros, escluseros y operarios de transporte marítimo.
- 678 Guardavías.
- 699 Trabajo de transporte y comunicaciones no identificable.
- 701 Hilanderos, tejedores, y teñidores.
- 711 Sastres y modistas.
- 712 Peleteros.
- 713 Sombrereros.
- 714 Tapiceros.

- 715 Diseñadores y cortadores de patrones.
- 716 Confeccionistas industriales.
- 718 Otro trabajo de costura.
- 719 Trabajo de costura no especificado.
- 721 Zapateros y reparadores de calzado.
- 722 Cortadores, armadores, acabadores y cosedores de calzado.
- 726 Fabricantes de productos de cuero.
- 729 Trabajo de cuero y zapatería no especificado.
- 731 Trabajadores en hornos metalúrgicos.
- 732 Templadores, cementadores y normalizadores de metales.
- 733 Laminadores de metales.
- 735 Herreros y forjadores.
- 736 Coladores y moldeadores del metal.
- 737 Trefiladores de metales.
- 738 Otro trabajo del procesamiento del metal.
- 739 Trabajo no especificado del procesamiento del metal.
- 741 Fabricantes de aparatos de precisión.
- 742 Relojeros.
- 743 Ópticos.
- 744 Técnicos dentales.
- 745 Plateros.
- 749 Trabajo no especificado de aparatos de precisión.
- 750 Fabricantes y operadores de máquinas herramientas.
- 751 Ajustadores y montadores de maquinaria.
- 752 Reparadores de maquinaria.
- 753 Chapistas.
- 754 Fontaneros.
- 755 Soldadores y cortadores con llama.
- 756 Forjadores y ajustadores de metales de la construcción.
- 757 Galvanizadores y recubridores de metales.
- 758 Otro trabajo de maquinaria y construcción con metal.
- 759 Trabajo de maquinaria y construcción con metal no especificado.
- 761 Ensambladores e instaladores de líneas eléctricas.
- 764 Montadores y reparadores de radio y televisión.
- 765 Operadores de radio y televisión.
- 766 Instaladores y reparadores de teléfono y telégrafo.
- 767 Trabajadores del tendido eléctrico.
- 768 Otro trabajo eléctrico y electrónico.
- 769 Trabajo eléctrico y electrónico no especificado.
- 771 Carpinteros de la construcción.
- 772 Ebanistas.
- 773 Fabricantes chapas, tableros de conglomerado y similares.
- 774 Operadores de máquinas de labrar madera.
- 778 Otro trabajo de la madera.

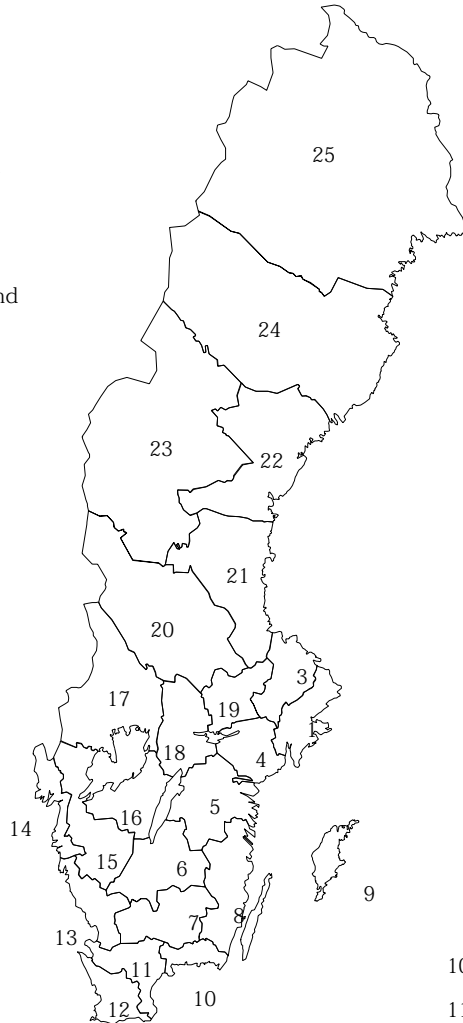
- 779 Trabajo de la madera no especificado.
- 781 Pintores.
- 782 Pintores de spray industrial.
- 789 Trabajo de pintor no especificado.
- 791 Albañiles fumistas (ladrillo).
- 792 Albañiles mamposteros (piedra).
- 793 Trabajadores del cemento y la construcción.
- 794 Aisladores.
- 795 Cristaleros y vidrieros.
- 797 Buzos y colocadores de tubos y conducciones.
- 798 Otro trabajo del ladrillo y cemento.
- 799 Trabajo no especificado de la construcción.
- 801 Tipógrafos, litógrafos.
- 806 Encuadernadores.
- 808 Otro trabajo de imprenta.
- 809 Trabajo de imprenta no especificado.
- 811 Sopladores, moldeadores y cortadores de vidrio.
- 812 Alfareros y ceramistas.
- 813 Trabajadores de hornos de vidrio y cerámica.
- 814 Pintores y decoradores de vidrio, cerámica y porcelana.
- 818 Otro trabajo de vidrio, alfarería y cerámica.
- 819 Trabajo de vidrio, alfarería y cerámica no especificado.
- 821 Trabajadores de molinos de grano y almazaras.
- 822 Panaderos y obradores.
- 823 Fabricantes de chocolate y repostería.
- 824 Trabajadores en plantas de destilación y elaboración de bebidas.
- 825 Enladores.
- 826 Carniceros y preparadores de la carne.
- 827 Trabajadores de productos lácteos.
- 828 Otros trabajos del procesamiento de alimentos.
- 829 Trabajo del procesamiento de alimentos no especificado.
- 831 Preparadores de productos químicos.
- 834 Preparadores de pasta de papel.
- 836 Fabricantes de papel y cartón.
- 838 Otro trabajo químico y del procesamiento de la celulosa.
- 839 Trabajo químico y del procesamiento de la celulosa no especificado.
- 841 Trabajadores del tabaco.
- 850 Cesteros.
- 851 Trabajadores de productos de caucho.
- 852 Trabajadores de productos de plástico.
- 853 Curtidores y preparadores de pieles.
- 854 Trabajadores de laboratorios de fotografía.
- 855 Fabricantes y afinadores de instrumentos musicales.
- 856 Cortadores y talladores de piedra.

- 857 Fabricantes de productos de papel y cartón.
- 858 Otro trabajo de producción y similares.
- 859 Trabajos de producción y similares no especificados.
- 861 Trabajadores manuales no especializados.
- 871 Operarios de maquinaria fija y de instalaciones similares.
- 872 Operarios de gruas y montacargas.
- 873 Montadores de maquinaria.
- 874 Operarios de maquinaria de la construcción.
- 875 Operarios de camiones y vagones transportadores.
- 876 Mecánicos.
- 879 Trabajo no especificado de supervisión y manejo de material.
- 881 Empaquetadores, embaladores.
- 882 Estibadores.
- 883 Almacenistas.
- 888 Porteadores de muebles y trabajadores de mudanzas.
- 889 Trabajo de empaquetado, manejo y almacenamiento no especificado.
- 899 Trabajo de manufacturación no especificado.
- 901 Bomberos.
- 902 Policías.
- 903 Oficiales de aduana.
- 904 Oficiales de prisiones y reformatorios.
- 908 Otro trabajo de servicios de protección civil.
- 909 Trabajo de servicios de protección civil no especificado.
- 911 Supervisores de cocina industrial.
- 912 Cocineros.
- 913 Ayudantes de cocina.
- 914 Niñeras.
- 915 Empleados del servicio doméstico.
- 916 Recepcionistas de hotel.
- 917 Azafatas y personal de vuelo.
- 918 Otro trabajo doméstico y similares.
- 919 Trabajo doméstico y similares no especificado.
- 921 Camareros.
- 931 Trabajadores de mantenimiento de edificios.
- 932 Limpiadores.
- 933 Deshollinadores.
- 939 Trabajo de cuidado y limpieza de edificios no especificado.
- 941 Peluqueros, esteticistas.
- 942 Encargados de baños.
- 943 Trabajadores en lavanderías y secadoras de ropa.
- 944 Planchadores.
- 945 Entrenadores deportivos y de caballos.
- 946 Fotógrafos.
- 947 Trabajadores de funeraria.

- 948 Otro trabajo de servicios.
- 949 Trabajo de servicios no especificado.
- 981 Miembros de las fuerzas armadas.
- 999 Trabajadores no clasificables.

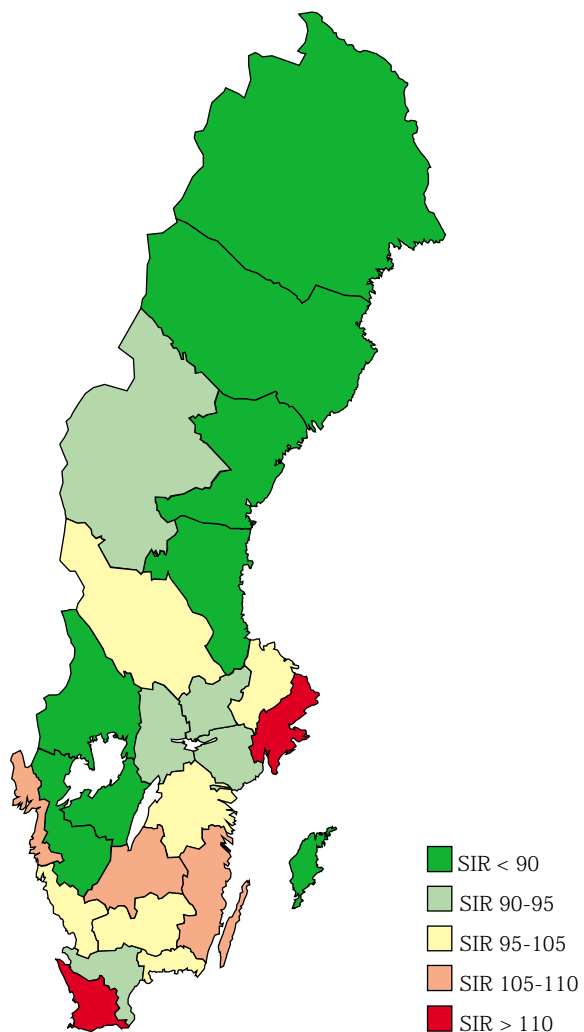
Anexo 2: Provincias suecas y distribución geográfica del cáncer de mama

- 14 Göteborg & Bohus
- 15 Älvsborg
- 16 Skaraborg
- 17 Värmland
- 18 Örebro
- 19 Västmanland
- 20 Kopparberg
- 21 Gävleborg
- 22 Västernorrland
- 23 Jämtland
- 24 Västerbotten
- 25 Norrbotten

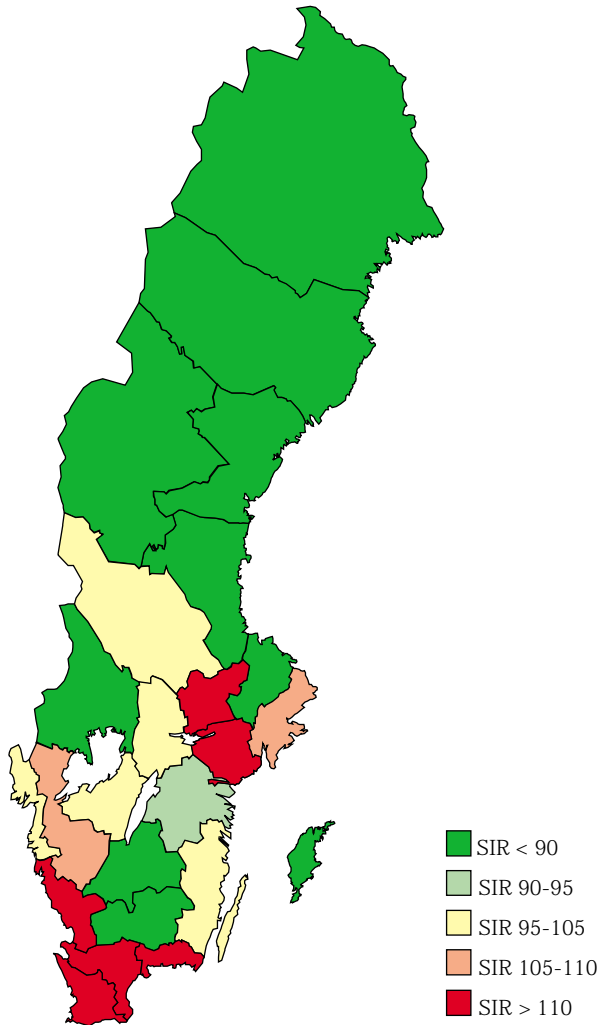


- 1 Stockholm
- 3 Upsala
- 4 Södermanland
- 5 Östergötland
- 6 Jönköping
- 7 Kronoberg
- 8 Kalmar
- 9 Gotland
- 10 Blekinge
- 11 Kristianstad
- 12 Malmöhus
- 13 Halland

Cáncer de mama en población activa femenina



Cáncer de mama en población activa masculina



Anexo 3: Núcleo del programa de SAS para calcular el número de personas- año que aporta cada individuo en cada estrato edad-período

Interpretación de las variables definidas en el macro:

edad = edad al inicio del seguimiento.
 anonac = año de nacimiento.
 mesnac = mes de nacimiento.
 anodefu = año de defunción.
 mesdefu = mes de defunción.
 diadefu = día de defunción.
 sale = variable que identifica el momento de salida del estudio.

Las variables creadas en los arrays contienen el tiempo con que ese individuo contribuye a un determinado grupo de edad en un determinado periodo. Por ejemplo: g2p50 se refiere al periodo 2 (1976-1980) y al grupo de edad 50-54 años.

Macro:

```
edad=1971-(anonac+(mesnac-0.5)/12);
if mesdefu lt 0 then do;
  if anodefu gt 0 then mesdefu2=7;
  else mesdefu2=0;
end;
else mesdefu2=mesdefu;
if diadefu lt 0 then do;
  if anodefu gt 0 and dosman gt 0 then diadefu2=15;
  else diadefu2=0;
end;
else diadefu2=diadefu;
if anodefu lt 0 then anodefu2=90; else anodefu2=anodefu;
if anodefu lt 0 then sale=90; else sale=anodefu2+((mesdefu2-1)*30.417+diadefu2)/365.25;
```

```
array ag1{11} g1p25 g1p30 g1p35 g1p40 g1p45 g1p50 g1p55 g1p60 g1p65 g1p70 g1p75;
array ag2{11} g2p25 g2p30 g2p35 g2p40 g2p45 g2p50 g2p55 g2p60 g2p65 g2p70 g2p75;
array ag3{11} g3p25 g3p30 g3p35 g3p40 g3p45 g3p50 g3p55 g3p60 g3p65 g3p70 g3p75;
array ag4{11} g4p25 g4p30 g4p35 g4p40 g4p45 g4p50 g4p55 g4p60 g4p65 g4p70 g4p75;
  g1p25=0; g1p30=0; g1p35=0; g1p40=0; g1p45=0; g1p50=0;
  g1p55=0; g1p60=0; g1p65=0; g1p70=0; g1p75=0; g2p25=0;
  g2p30=0; g2p35=0; g2p40=0; g2p45=0; g2p50=0; g2p55=0;
  g2p60=0; g2p65=0; g2p70=0; g2p75=0; g3p25=0; g3p30=0;
  g3p35=0; g3p40=0; g3p45=0; g3p50=0; g3p55=0; g3p60=0;
  g3p65=0; g3p70=0; g3p75=0; g4p25=0; g4p30=0; g4p35=0;
  g4p40=0; g4p45=0; g4p50=0; g4p55=0; g4p60=0; g4p65=0;
  g4p70=0; g4p75=0;
```

```

/***** periodo 1971-1975 *****/

```

```

i=1;
difper=min(76,sale)-71;
do while (i le 11);
  mag=25+i*5;
  dif=mag-edad;
  if dif gt 0 and dif le 5 then do;
    ag1{i}=min(difper,dif);
    ag1{i+1}=difper-ag1{i};
  end;
  i=i+1;
end;

```

```

/***** periodo 1976-1980 *****/

```

```

i=1;
edad=edad+5; difper=min(sale,81)-76;
do while (i le 11 and difper ge 0);
  mag=25+i*5;
  dif=mag-edad;
  if dif gt 0 and dif le 5 then do;
    ag2{i}=min(difper,dif);
    ag2{i+1}=difper-ag2{i};
  end;
  i=i+1;
end;

```

```

/***** periodo 1981-1985 *****/

```

```

i=1;
edad=edad+5; difper=min(sale,86)-81;
do while (i le 11 and difper ge 0);
  mag=25+i*5;
  dif=mag-edad;
  if dif gt 0 and dif le 5 then do;
    ag3{i}=min(difper,dif);
    ag3{i+1}=difper-ag3{i};
  end;
  i=i+1;
end;

```

```

/***** periodo 1986-1989 *****/

```

```

i=1;
edad=edad+5; difper=min(sale,1990)-86;
do while (i le 13 and difper ge 0);
  mag=25+i*5;
  dif=mag-edad;
  if dif gt 0 and dif le 5 then do;
    ag4{i}=min(difper,dif);
    ag4{i+1}=difper-ag4{i};
  end;
  i=i+1;
end;
drop edad dif;

```

Utilización del macro en otro contexto:

El macro podría ser utilizado para calcular el número exacto de personas año estratificado por dos variables temporales en cohortes fijas y no en cohortes dinámicas. Su utilización requeriría modificar las variables temporales (edad y periodo en este caso) según su amplitud y número de categorías consideradas.

Anexo 4: Tablas con los resultados generales para todas las ocupaciones registradas en el censo de 1970 en Suecia

Cáncer de mama por ocupación en mujeres. Tasas ajustadas por 100.00 habitantes, riesgo acumulado (en %) número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza (en %), riesgo relativo ajustado por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Están señalados con un asterisco aquellos RR estadísticamente significativos

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
001 Arquitectos, ingenieros construc- ción	125,9	5,9	21	21,4	98	61	150	0,92
002 Ingenieros electrónica y telecom. .	204,1	9,9	18	12,1	149	88	236	1,40
003 Ingenieros mecánicos.....	170,7	8,6	20	14,8	135	82	208	1,29
004 Ingenieros químicos.....	105,0	4,8	9	10,8	83	38	158	0,80
005 Ingenieros metalúrgicos y de mi- nas	0,0	0,0	0	0,2	0	00	1.908	0,00
006 Ingenieros no especializados	162,6	9,1	25	21,9	114	74	168	1,11
007 Topógrafos, agrimensores, cartó- grafos	286,0	12,3	1	0,5	199	03	1.105	1,85
008 Técnicos auxiliares.....	165,2	7,8	109	90,5	120	99	145	1,16
009 Trabajo de ingeniería n.e.	123,4	6,6	1	0,9	113	02	627	1,06
011 Químicos.....	192,7	9,4	25	16,4	152	99	225	1,42
012 Físicos	86,2	3,9	1	1,9	53	01	297	0,50
013 Geólogos, meterólogos	77,5	3,6	2	3,6	55	06	199	0,59
014 Técnicos y auxiliares de labora- torio	159,3	8,1	114	98,2	116	96	140	1,14
019 Trabajo de física y química n.e. ..	0,0	0,0	0	0,1	0	0	3.988	0,00
021+022 Veterinarios y Biólogos	308,4	13,9	6	2,7	226	82	491	2,18
023 Agrónomos	103,8	6,3	5	6,9	73	24	170	0,72
024 Ingenieros de montes	573,6	20,2	1	0,2	478	6	2.659	4,30
031 Médicos y cirujanos	215,6	11,8	59	40,1	147	112	190	1,39*
032 Dentistas	200,4	11,0	52	37,1	140	105	184	1,35*
040 Diplomados en enfermería	172,2	9,9	753	643,7	117	109	126	1,17*
041 Comadronas	177,7	9,6	47	36,8	128	94	170	1,30
042 Cuidadores de centros psiquiátri- cos	140,3	8,3	171	182,5	94	80	109	0,93
043 Auxiliares de enfermería	134,8	7,7	1.832	1.968,6	93	89	97	0,95*
044 Higienistas dentales	149,4	7,7	135	124,5	108	91	128	1,06
045 Técnicos sanitarios	172,7	9,6	122	99,5	123	102	146	1,19
046 Farmaceuticos.....	233,1	13,2	83	55,3	150	120	186	1,47*
047 Fisioterapeutas, terapia ocupacio- nal	160,1	8,1	159	136,4	117	99	136	1,16
048 Inspectores sanitarios	160,3	10,0	3	2,2	134	27	392	1,26
050 Rectores, directores de centros ...	176,8	10,0	21	17,3	122	75	187	1,18
051 Prof. universidad y escuela supe- rior	181,6	9,6	46	33,6	137	100	183	1,29
052 Profesores de nivel medio	187,8	10,5	409	314,7	130	118	143	1,28*
053 Maestros	189,9	10,6	827	651,1	127	119	136	1,30*
054 Profesores pintura, música gim- nasia	167,7	9,5	292	249,2	117	104	131	1,18*

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
055 Profesores de formación profesio- nal	193,2	11,0	131	99,9	131	110	156	1,31*
056 Profesores de pre-escolar.....	169,3	9,2	154	132,6	116	99	136	1,13
057 Asesores de métodos educativos	145,9	8,1	39	37,5	104	74	142	1,00
058 Otros trabajadores de la educa- ción	188,2	9,9	45	33,7	134	97	179	1,31
059 Trabajo de educación no especifi- cado	139,6	6,7	8	8,2	97	42	192	0,98
061 Sacerdotes, pastores	113,9	5,6	17	20,9	81	47	130	0,84
068 Otros trabajadores religiosos	223,9	11,3	22	14,7	149	94	226	1,47
071 Jueces y otros abogados tribuna- les	377,7	18,8	9	4,3	211	96	400	1,98*
072 Fiscales y oficiales sup. de policía.	198,8	7,5	2	1,0	208	23	750	1,93
073 Abogados con practica privada...	110,0	8,3	2	2,4	85	10	307	0,81
074 Asesores juridicos en empresas..	46,5	1,8	1	1,9	53	01	294	0,50
078 Otros trabajos de leyes	169,3	11,3	5	3,8	130	42	304	1,19
079 Trabajo de leyes no especificado.	0,0	0,0	0	0,0	0	0	17.581	0,01
081 Escultor pintor y fotógrafo comer- cial	171,6	9,2	35	28,6	122	85	170	1,15
082 Diseñadores	132,1	6,6	24	25,6	94	60	140	0,90
083 Decoradores	68,8	2,7	6	8,9	67	25	146	0,65
084 Escritores	0,0	0,0	0	4,0	0	0	92	0,00
085 Periodistas, editores	169,4	8,2	70	57,4	122	95	154	1,14
086 Actores y similares	272,4	18,8	32	20,4	157	107	222	1,45*
087 Músicos y compositores	119,0	8,5	10	13,9	72	34	132	0,73
088 Otro trabajo literario y artístico..	179,9	8,3	15	10,0	150	84	247	1,35
089 Trabajo literario y artístico n.e. ..	0,0	0,0	0	0,6	0	0	626	0,00
091 Contables, auditores e interventores	196,2	10,3	19	14,4	132	80	206	1,25
092 Trabajadores sociales	177,8	9,8	281	226,5	124	110	140	1,23*
093 Bibliotecarios, archiveros, museos	172,9	8,5	145	117,7	123	104	145	1,19*
094 Economistas, estadísticos.....	181,2	9,1	7	6,2	113	45	233	1,03
095 Psicólogos	183,3	13,5	17	19,7	86	50	138	0,81
096 Jefes de personal.....	183,3	9,2	97	71,1	136	111	166	1,30*
097 Analistas de sistemas, programa- dores	195,8	9,1	24	13,4	179	115	267	1,65*
098 Otros profesionales y técnicos....	197,5	12,2	43	33,4	129	93	173	1,22
099 Profesionales y técnicos n.e.....	874,7	29,1	1	0,2	436	6	2.423	4,45
101 Altos cargos gobierno y adminis- tración.....	200,2	10,7	165	115,9	142	122	166	1,34*
111 Directores generales de empresa	124,4	6,0	22	25,5	86	54	131	0,84
118 Otros directores	172,0	9,9	216	178,4	121	106	138	1,16*
119 Otro trabajo administrativo y el n.e.	0,0	0,0	0	0,1	0	0	3.888	0,00
201 Contables y cajeros de oficinas ..	164,7	9,0	1.084	929,8	117	110	124	1,13*
203 Cajeros de bancos	194,5	11,7	97	79,5	122	99	149	1,22*
204 Cajeros en tiendas y restauran- tes	137,5	8,2	329	355,6	93	83	103	0,90*
208 Cobradores de deudas.....	279,0	22,1	7	4,8	147	59	303	1,42

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
290 Secretarías, tipistas y similares...	175,8	9,7	1.416	1.172,5	121	115	127	1,15*
291 Operadores de ordenador	165,1	8,6	174	152,9	114	98	132	1,08
292 Empleados de banca	155,5	9,5	169	169,1	100	86	116	0,97
293 Empleados de agencias de viajes .	192,0	9,1	23	16,0	143	91	215	1,32
294 Agentes de transporte marítimo..	141,3	5,6	10	8,5	118	56	217	1,12
295 Administrador de fincas e inmue- bles	156,1	8,8	40	35,1	114	81	155	1,09
296 Tasadores de seguros	181,5	9,2	135	99,8	135	113	160	1,23*
297 Empleados oficinas seguros pú- blicos	197,4	12,3	87	71,0	123	98	151	1,20
298 Agentes de compras	248,8	17,7	26	17,7	147	96	215	1,39
299 Trabajo de oficina no especificado	161,2	9,2	2.518	2.269,1	111	107	115	1,08*
301 Propietarios negocios venta por mayor	234,6	11,3	8	5,9	137	59	269	1,33
302 Propietarios negocios venta por menor	144,7	8,3	275	274,5	100	89	113	1,02
311 Representantes y agentes de se- guros	128,7	5,1	4	4,1	97	26	248	0,91
312 Agentes de cambio, bolsa comer- cio	110,9	6,7	5	6,1	82	27	192	0,77
313 Publicistas	179,2	8,2	29	20,3	143	96	205	1,32
318 Subastadores	323,0	27,9	3	1,2	247	50	723	2,36
321 Viajantes	108,6	5,1	12	14,1	85	44	149	0,82
331 Agentes de compraventa y tra- tantes	154,9	8,7	168	158,0	106	91	124	1,01
332 Empresarios de tiendas	150,5	8,7	188	183,8	102	88	118	1,00
333 Empleados de tiendas	134,5	7,8	2.919	3.105,8	94	91	098	0,93*
334 Vendedores ambulantes	570,0	25,8	3	0,8	389	78	1.135	3,99*
338 Empleados de gasolineras	140,6	8,5	77	83,5	92	73	115	0,92
339 Otros trabajos de venta y el n.e. .	0,0	0,0	0	0,1	0	0	2.955	0,00
401 Empresarios agrícolas o foresta- les	109,6	5,9	84	108,0	78	62	96	0,89
407+415 Cuidado de renos	0,0	0,0	0	0,6	0	0	656	0,00
402+411 Agricultura	113,9	6,7	868	1.083,0	80	75	86	0,89*
404+412 Horticultura	125,2	7,2	140	167,8	84	70	99	0,88
405+413 Ganadería	114,2	6,0	141	187,4	75	63	89	0,88
406+414 Trabajo en granjas animales pieles	114,6	5,0	4	5,1	79	21	203	0,88
418 Otros trabajos agricultura y gana- dería	162,0	7,5	10	7,8	127	62	237	1,29
421 Cazadores y cuidadores de caza .	0,0	0,0	0	0,0	0	0	7.740	0,01
431 Pescadores	29,6	2,0	1	3,4	30	0	165	0,34
432 Criadores de pescado	0,0	0,0	0	0,9	0	0	390	0,00
403+441 Silvicultura	98,6	4,9	16	23,3	69	39	112	0,80
501 Mineros, canteros	0,0	0,0	0	0,0	0	0	17.916	0,01
502 Perforadores de pozos y sondis- tas	0,0	0,0	0	0,0	0	0	8.693	0,01
503 Preparadores de minerales y ro- cas	125,1	5,3	3	2,7	109	22	319	1,19

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC		RR
504 Otro trabajo de minería y cantería	88,1	3,4	1	1,0	101	1	564	1,13
509 Trabajo de minería y cantería n.e.	0,0	0,0	0	0,0	0	0	10.042	0,01
601 Oficiales navales	0,0	0,0	0	0,1	0	0	4.559	0,01
611 Tripulación de barco	255,7	16,1	1	0,4	238	3	1.323	2,42
621 Pilotos aéreos, oficiales de vuelo.	0,0	0,0	0	0,0	0	0	7.357	0,00
631 Maquinistas y ayudantes	0,0	0,0	0	0,7	0	0	517	0,00
632 Ferroviarios	192,6	9,7	4	2,7	146	39	375	1,49
633 Conductores vehículo motor y tranvía	123,6	6,1	68	71,5	95	74	121	0,97
634 Conductores de carros de caballos	0,0	0,0	0	0,1	0	0	6.124	0,01
635 Repartidores	107,5	6,3	64	93,6	68	53	87	0,68*
636 Revisor autobús tranvía, jefe trá- fico	111,0	5,4	12	13,3	91	47	158	0,81
639 Trabajo ferrocarril y carretera n.e.	0,0	0,0	0	0,4	0	0	971	0,00
642 Controladores, jefes de tráfico aéreo	181,4	7,4	4	3,0	134	36	343	1,25
643 Jefes, inspectores transporte fe- rrov.	170,1	10,1	8	8,7	92	40	182	0,89
644 Supervisores tráfico de carretera.	98,0	4,4	2	2,4	82	9	297	0,84
651 Oficinistas de correos.....	144,5	8,3	249	248,6	100	88	113	1,01
652 Oficiales de telecomunicaciones	185,7	10,7	2	1,5	136	15	491	1,30
653 Operadores de teléfonos	216,5	14,3	157	122,7	128	109	150	1,27*
654 Telefonistas de oficinas.....	163,2	9,0	347	303,0	115	103	127	1,10
655 Operadores de telégrafo y radio..	192,8	9,4	43	29,4	146	106	197	1,40*
661 Clasificadores de correo y carte- ros	117,6	6,8	90	111,6	81	65	99	0,81
662 Mensajeros	135,7	10,2	25	28,2	89	57	131	0,85
671 Farero, esclusero, oper. transp. mar.	0,0	0,0	0	1,1	0	0	345	0,00
678 Guardavías	0,0	0,0	0	0,8	0	0	452	0,00
699 Otro trab. transporte-comunica- ciones	0,0	0,0	0	0,5	0	0	758	0,00
701 Hilanderos, tejedores, y teñidores ..	113,0	6,9	171	209,5	82	70	95	0,87
711 Sastres y modistas	150,3	8,7	124	118,8	104	87	125	1,03
712 Peleteros	151,3	8,4	4	3,7	108	29	276	1,04
713 Sombrereros	177,1	9,4	38	31,5	121	85	165	1,19
714 Tapiceros	145,1	9,1	19	20,3	93	56	146	0,98
715 Diseñadores y cortadores de pa- trones	138,3	7,7	60	60,5	99	76	128	1,00
716 Confeccionistas industriales	129,4	7,69	507	554,6	91	84	100	0,97
718 Otros trabajos de costura	141,8	9,07	122	128,8	95	77	113	0,97
719 Trabajo de costura no especifi- cado	104,9	4,70	7	9,0	78	31	161	0,85
721 Zapateros y reparadores e calza- do	132,0	5,34	2	2,4	83	9	301	0,82
722 Cortador, acabador, cosedor cal- zado	183,7	10,84	56	51,6	109	82	141	1,18

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC		RR
726 Fabricantes de productos de cuero	126,0	7,28	26	29,8	87	57	128	0,87
729 Trabajo de cuero y zapatería n.e. ...	614,3	28,67	1	0,1	680	9	3.783	7,19*
731 Trabajadores en hornos metalúr- gicos	85,6	3,31	1	1,3	79	1	438	0,86
732 Templadores y cementadores de metales	0,0	0,00	0	1,1	0	0	336	0,00
733 Laminadores de metales	139,7	6,89	6	5,8	103	38	225	1,09
735 Herreros y forjadores	159,8	6,09	1	0,7	135	2	755	1,56
736 Coladores y moldeadores de metal	51,7	2,50	3	6,1	49	10	143	0,50
737 Trefiladores de metales	124,3	7,35	4	5,9	68	18	174	0,76
738 Otro trabajo procesamiento del metal	38,4	2,11	4	12,3	32	9	83	0,34*
739 Trabajo de procesamiento metal n.e.	226,0	12,01	5	3,8	130	42	304	1,41
741 Fabricantes de aparatos de preci- sión	150,3	8,35	14	13,8	102	56	171	0,95
742+743 Relojeros y Ópticos	0,0	0,00	0	3,2	0	0	113	0,00
744 Técnicos dentales	155,3	10,00	15	15,0	100	56	165	0,98
745 Plateros	195,2	11,79	7	5,5	128	51	263	1,22
749 Trabajo de aparatos precisión n.e.	0,0	0,00	0	0,1	0	0	2.742	0,00
750 Fabricante, operador, maquina herram.	120,7	6,51	145	164,9	88	74	104	0,90
751 Ajustador, montador de maqui- naria	93,6	5,27	9	14,1	64	29	121	0,61
752 Reparadores de maquinaria	151,0	8,37	8	7,3	109	47	215	1,09
753 Chapistas	0,0	0,00	0	1,0	0	0	373	0,00
754 Fontaneros	730,2	48,80	1	0,3	352	5	1.956	3,44
755 Soldadores y cortadores con llama	107,1	4,57	10	11,0	91	44	167	0,93
756 Forja, ajuste metales en la cons- truc.	0,0	0,00	0	0,1	0	0	4.600	0,00
757 Galvanizador, recubridor de me- tales	376,5	23,10	12	5,9	204	105	356	2,02*
758 Otro trab. maquinaria-construc. metal	142,4	8,26	195	196,3	99	86	114	1,00
759 Trab. maquinaria-construc. metal n.e.	283,4	12,36	5	2,3	217	70	507	2,25
761 Instaladores de líneas eléctricas.	142,6	8,55	2	1,6	125	14	451	1,28
764 Montador, reparador radio y televis.	79,2	3,06	2	3,4	60	7	215	0,57
766 Instalador, reparador tfono. y tgrafo.	109,8	4,81	4	4,3	92	25	236	0,88
767 Trabajadores del tendido eléc- trico	0,0	0,00	0	0,0	0	0	7.776	0,00
768 Otro trabajo eléctrico y electró- nico	137,5	8,41	180	195,4	92	79	107	0,92

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
769 Trabajo eléctrico y electrónico n.e.	0,0	0,00	0	0,3	0	0	1.089	0,00
771 Carpinteros de la construcción...	0,0	0,00	0	0,2	0	0	1.620	0,00
772 Ebanistas	118,9	7,73	40	54,1	74	53	101	0,81
774 Fabric. estructuras madera para armar	39,7	1,55	1	2,7	37	1	204	0,41
778 Otro trabajo de la madera	87,3	6,31	15	24,1	62	35	103	0,67
779 Trabajo de la madera no especi- ficado	183,3	12,40	15	11,9	126	70	207	1,40
781 Pintores	21,0	0,96	1	5,2	19	0	106	0,20
782 Pintores de espray industrial	143,1	7,50	12	12,5	96	49	167	1,00
789 Trabajo de pintor no especificado .	0,0	0,00	0	0,0	0	0	11.394	0,01
791 Albañiles fumistas	0,0	0,00	0	0,0	0	0	16.186	0,03
793 Trabajadores cemento y cons- trucción	0,0	0,00	0	0,3	0	0	1.265	0,00
794 Aisladores.....	0,0	0,00	0	0,1	0	0	2.616	0,00
795 Cristalersos y vidrieros	172,8	14,65	1	1,1	88	1	487	0,88
798 Otro trabajo del ladrillo y ce- mento	0,0	0,00	0	0,0	0	0	10.614	0,01
799 Trabajo de la construcción n.e. ..	0,0	0,00	0	0,1	0	0	2.541	0,00
801 Tipógrafos, litógrafos	141,4	8,66	33	36,7	90	62	126	0,86
806 Encuadernadores	151,3	8,73	98	96,0	102	83	124	0,97
808 Otro trabajo de imprenta	176,9	11,43	26	22,5	116	76	170	1,09
809 Trabajo de imprenta no especi- ficado	298,5	23,94	2	0,9	233	26	841	2,25
811 Soplador, moldeador, cortador vi- drio	14,0	0,96	1	7,3	14	0	77	0,14
812 Alfareros y ceramistas	143,7	6,22	10	10,4	96	46	177	1,01
813 Trab. hornos de vidrio y cerá- mica	419,7	18,83	2	0,7	290	33	1047	2,90
814 Decorador vidrio, cerámica, por- celana	186,7	9,32	10	7,6	131	63	242	1,35
818 Otro trab. Vidrio alfarería cerá- mica	142,5	10,57	10	9,8	103	49	189	1,08
819 Trab. Vidrio alfarería cerámica n.e.	126,9	7,75	12	13,6	89	46	155	0,92
821 Trab. molinos de grano y alma- zaras	150,6	7,63	3	2,5	119	24	348	1,24
822 Panaderos y obradores	99,7	5,72	79	113,7	70	55	87	0,72*
823 Fabricantes de chocolate y repos- tería	90,5	4,67	18	27,5	66	39	104	0,64
824 Trab. destilación-elaboración be- bidas	147,1	9,99	20	18,9	106	65	164	1,06
825 Enlatadores	112,7	6,48	69	86,2	80	62	101	0,83
826 Carniceros y preparadores de la carne	128,7	7,63	40	44,6	90	64	122	0,91
827 Trabajadores de productos lác- teos	66,4	3,46	9	16,2	56	26	106	0,58
828 Otros trab. procesamiento ali- mentos	102,9	5,25	15	24,0	62	35	103	0,64

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

	Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
829	Trab. procesamiento de alimentos n.e.	0,0	0,00	0	0,6	00	0	592	0,00
831	Preparadores de productos químicos	103,8	5,60	7	9,8	72	29	148	0,72
834	Preparadores de pasta de papel ..	120,7	7,94	5	6,3	79	25	184	0,89
836	Fabricantes de papel y cartón	136,0	7,74	50	54,7	92	68	121	0,97
838	Otros trab. químicos y de la celulosa	82,5	3,55	5	8,9	56	18	131	0,58
839	Trabajo químico y de la celulosa n.e.	114,4	6,80	30	35,3	85	57	121	0,86
841	Trabajadores del tabaco.....	151,5	7,90	10	9,4	107	51	196	1,06
850	Cesteros	0,0	0,00	0	0,6	0	0	581	0,00
851	Trabajadores de productos de caucho	169,5	11,47	44	38,9	113	82	152	1,08
852	Trabajadores de productos de plástico	130,4	7,24	95	104,6	91	74	111	0,93
853	Curtidores y preparadores de pieles	219,9	11,12	5	3,7	136	44	317	1,37
854	Trabajadores laboratorios fotografía	168,1	8,82	25	21,3	118	76	174	1,12
855	Fabricante, afinador instrum. musical	201,7	12,95	1	0,6	163	2	904	1,70
856	Cortadores y talladores de piedra.	0,0	0,00	0	0,2	0	0	1.557	0,00
857	Fabricantes productos papel y cartón	96,2	5,94	35	51,9	67	47	94	0,68*
858	Otros trabajos producción y similares	125,3	7,59	45	54,9	82	60	110	0,83
861	Trabajador manual no especializado	122,2	7,10	41	44,1	93	67	126	0,94
871	Operarios maquinaria fija y similares	0,0	0,00	0	0,2	0	0	1.480	0,00
872	Operarios de grúas y montacargas	38,0	2,05	6	23,3	26	9	56	0,28*
873	Montadores de maquinaria	0,0	0,00	0	0,0	0	0	22.280	0,01
874	Operarios maquinaria de la construc.	0,0	0,00	0	0,1	0	0	4.778	0,00
875	Operarios camiones-vagones transporte	83,1	5,56	5	10,8	46	15	108	0,48
876	Mecánicos	0,0	0,00	0	0,8	0	0	442	0,00
881	Empaquetadores, embaladores ..	138,9	8,31	280	296,3	95	84	106	0,94
882	Estibadores	0,0	0,00	0	0,4	0	0	884	0,00
883	Almacenistas.....	132,7	8,07	213	231,4	92	80	105	0,90
888	Porteadores de muebles y mudanzas	0,0	0,00	0	0,1	0	0	5.579	0,01
889	Trab. empaquetado-manejo-almacen, n.e.	0,0	0,00	0	0,1	0	0	4.976	0,01
899	Trabajo de manufacturación n.e....	145,7	7,70	2	1,3	151	17	543	1,43
902	Policías	220,6	11,27	6	3,8	159	58	347	1,51
903	Oficiales de aduana.....	889,7	31,79	2	0,3	687	77	2.481	6,34*
904	Oficiales prisiones y reformatorios	441,4	26,07	11	4,9	225	112	402	2,25*

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
908 Otro trab. servicios protección civil	136,4	8,44	30	31,1	96	65	138	0,94
911 Supervisores de cocina industrial.	150,3	8,37	292	292,0	100	89	112	1,01
912 Cocineros	137,1	8,10	341	337,6	101	91	112	1,03
913 Ayudantes de cocina	119,2	6,97	796	946,1	84	78	90	0,85*
914 Niñeras	138,9	7,69	664	680,6	98	90	105	0,97
915 Empleados del servicio domés- tico	119,6	6,97	1.233	1.403,4	88	83	93	0,90*
916 Recepcionistas de hotel	173,6	9,92	13	12,0	108	58	185	1,09
917 Azafatas y personal de vuelo	156,2	6,91	22	19,1	115	72	175	1,12
918 Otros trabajos domésticos y simi- lares	135,9	6,61	20	22,2	90	55	139	0,89
919 Trabajo domestico y similares n.e.	411,4	43,20	1	0,3	351	5	1952	3,76
921 Camareros	131,3	7,56	716	792,1	90	84	097	0,90*
931 Trabajadores mantenimiento edi- ficios	153,2	8,06	82	86,5	95	75	118	0,95
932 Limpiadores	121,9	7,08	1.959	2.270,7	86	83	90	0,86*
941 Peluqueros, esteticienes	157,0	8,59	283	257,9	110	97	123	1,09
942 Encargados de baños	105,5	6,55	38	43,4	88	62	120	0,88
943 Trab. lavanderías y secadoras de ropa	125,5	7,00	171	186,4	92	79	107	0,93
944 Planchadores	137,6	8,45	52	59,5	87	65	115	0,88
945 Entrenadores deportivos y de ca- ballos	107,8	6,72	6	8,7	69	25	151	0,66
946 Fotógrafos	187,2	12,98	20	16,6	120	74	186	1,17
947 Trabajadores de funeraria	148,7	9,20	4	3,3	122	33	313	1,22
948 Otros trabajos de servicios	144,3	8,08	81	76,4	106	84	132	1,03
999 Trabajadores no clasificables	142,3	7,27	46	44,2	104	76	139	0,97

Cáncer de mama por ocupación en mujeres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
Algunas agrupaciones de ocupaciones similares								
23+24 Ingenieros agrónomos y mon- tes	120,9	6,91	6	7,1	85	31	185	0,83
50-59 Profesorado	181,8	10,15	1.972	1.577,9	125	120	131	1,27*
71-79 Distintos tipos de abogados	231,2	13,17	19	13,3	143	86	223	1,33
201-209 Grupo de contables	159,4	8,94	1.517	1.369,7	111	105	117	1,07*
296+297 Trabajo oficinas de seguros .	184,6	10,09	222	170,8	130	113	148	1,22*
311-319 Grupo venta de bienes y va- lores	187,5	10,39	41	31,7	129	93	175	1,20
401-403+411+412+441 Agricul. Hortic. Silvicol.	114,2	6,61	1.108	1.382,1	80	76	85	0,88*
431-439 Pesca	23,9	1,63	1	4,3	23	0	129	0,27
651+652 Oficinas correo y teleco- munic.	144,7	8,34	251	250,1	100	88	114	1,02
653-655 Teléfono, telégrafo y radio	174,6	9,89	547	455,0	120	110	131	1,17*
711-719 Confección	135,2	8,05	881	927,3	95	88	102	0,99
721-729 Calzado y productos de cuero	162,2	9,54	85	83,9	101	81	125	1,06
731-739 Procesado de metales	90,5	4,77	24	37,1	65	41	96	0,69
741-749 Aparatos de precisión	143,1	8,77	36	37,6	96	67	133	0,92
761-769 Lin-eléctr. tv radio tfno. tgfo..	136,4	8,29	188	205,1	92	79	106	0,91
771-779 Carpintería	116,6	7,82	71	93,0	76	60	96	0,83
781-789 Grupo de pintores	106,2	5,52	13	17,8	73	39	125	0,77
791-792 Albañilería	0,0	0,00	0	0,0	0	00	16.186	0,03
801-809 Grupo de trabajo de imprenta	153,7	9,18	159	156,1	102	87	119	0,97
811-819 Grupo vidrio alfarería cerá- mica	129,6	7,39	45	49,3	91	67	122	0,95
871-879 Grupo manejo de material ...	52,0	3,20	11	35,3	31	16	56	0,33*

Cáncer de mama por ocupación en hombres. Tasas ajustadas por 100.00 habitantes, riesgo acumulado (en %) número de casos observados y esperados, SIR ajustado por edad y periodo y su intervalo de confianza (en %), riesgo relativo ajustado por edad, periodo, área geográfica y tamaño municipal. Están señalados con un asterisco aquellos RR estadísticamente significativos

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
001 Arquitectos, ingenieros construc- ción.....	0,65	0,03	6	5,8	103	38	225	1,01
002 Ingenieros electrónica y telecom. .	0,61	0,04	3	4,0	75	15	219	0,69
003 Ingenieros mecánicos.....	1,07	0,07	12	8,9	135	70	236	1,26
004 Ingenieros químicos	0,42	0,02	1	1,7	60	1	331	0,57
005 Ingenieros metalúrgicos y de mi- nas	0,00	0,00	0	0,9	0	0	395	0,00
006 Ingenieros no especializados	1,49	0,14	4	2,7	147	40	376	1,43
007 Topógrafos, agrimensores, cartó- grafos	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.351	0,00
008 Técnicos auxiliares	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.244	0,00
009 Trabajo de ingeniería n.e.	0,00	0,00	0	0,1	0	0	6.175	0,00
011 Químicos	0,00	0,00	0	0,4	0	0	1.036	0,00
012 Físicos	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.488	0,00
013 Geólogos, meterólogos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.247	0,00
014 Técnicos y auxiliares de labora- torio.....	0,00	0,00	0	0,4	0	0	843	0,00
019 Trabajo de física y química n.e. ..	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,00
021 Veterinarios	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.547	0,00
022 Biólogos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	17.311	0,00
023 Agrónomos	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.486	0,00
024 Ingenieros de montes	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.962	0,00
029 Trabajo de biología no especifica- do	0,00	0,00	0	0,0	0	0	2.512	1,29
031 Médicos y cirujanos	3,12	0,37	2	0,9	218	25	787	2,02
032 Dentistas	0,00	0,00	0	0,5	0	0	767	0,00
040 Diplomados en enfermería	0,00	0,00	0	0,0	0	0	36.459	0,00
042 Cuidadores de centros psiquiátri- cos	0,00	0,00	0	0,5	0	0	748	0,00
043 Auxiliares de enfermería	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.816	0,00
045 Técnicos sanitarios	0,00	0,00	0	0,4	0	0	985	0,00
046 Farmaceuticos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.434	0,00
047 Fisioterapeutas, terapia ocupacio- nal	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.828	0,00
048 Inspectores sanitarios	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.505	0,00
050 Rectores, directores de centros ..	1,92	0,08	2	0,7	293	33	1.056	2,94
051 Prof. universidad y escuela supe- rior	1,78	0,08	2	0,6	326	37	1.178	3,04
052 Profesores de nivel medio	0,77	0,04	2	1,7	116	13	419	1,13
053 Maestros	0,00	0,00	0	0,9	0	0	426	0,00
054 Profesores pintura, música gim- nasia	3,13	0,43	1	0,7	144	2	799	1,44
055 Profesores de formación profesio- nal	0,52	0,02	1	1,0	96	2	535	0,96
056 Profesores de pre-escolar	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,01

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
057 Asesores de métodos educativos	1,67	0,07	1	0,3	291	4	1.617	2,67
058 Otros trabajadores de la educación	0,00	0,00	0	0,0	0	0	9.026	0,00
059 Trabajo de educación no especificado	0,00	0,00	0	0,0	0	0	48.378	0,00
061 Sacerdotes, pastores	2,84	0,34	2	0,7	273	31	987	2,99
068 Otros trabajadores religiosos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	14.985	0,00
071 Jueces y otros abogados tribunales	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.950	0,00
072 Fiscales y oficiales sup. de policía.	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.921	0,00
073 Abogados con practica privada ..	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.065	0,00
074 Asesores jurídicos en empresas..	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.546	0,00
078 Otros trabajos de leyes.....	0,00	0,00	0	0,0	0	0	34.352	0,00
079 Trabajo de leyes no especificado	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,02
081 Escultor pintor y fotógrafo comercial	0,00	0,00	0	0,5	0	0	721	0,00
082 Diseñadores	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.872	0,00
083 Decoradores	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.393	0,00
084 Escritores	15,57	0,61	1	0,0	2.045	27	11.376	18,61*
085 Periodistas, editores	0,00	0,00	0	0,7	0	0	528	0,00
086 Actores y similares	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.647	0,00
087 Músicos y compositores	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.365	0,00
088 Otro trabajo literario y artístico..	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.902	0,00
089 Trabajo literario y artístico n.e....	0,00	0,00	0	0,0	0	0	78.427	0,00
091 Contables, auditores e interventores	1,22	0,07	1	0,5	202	3	1.124	1,86
092 Trabajadores sociales	1,47	0,06	1	0,4	244	3	1.359	2,38
093 Bibliotecarios, archiveros, museos	10,29	1,25	3	0,3	994	200	2.905	9,40*
094 Economistas, estadísticos	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.257	0,00
095 Psicólogos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	12.758	0,00
096 Jefes de personal	0,52	0,02	1	1,3	074	1	412	0,70
097 Analistas de sistemas, programadores	0,00	0,00	0	0,4	0	0	997	0,00
098 Otros profesionales y técnicos ...	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.562	0,00
099 Profesionales y técnicos n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,05
101 Altos cargos gobierno y administración	0,32	0,02	1	2,0	51	1	282	0,47
111 Directores generales de empresa	1,06	0,07	6	3,7	160	59	349	1,52
118 Otros directores	1,23	0,07	5	4,2	119	38	277	1,12
119 Otro trabajo administrativo y el n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,02
201 Contables y cajeros de oficinas...	0,00	0,00	0	1,6	0	0	226	0,00
203 Cajeros de bancos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	10.420	0,00
204 Cajeros en tiendas y restaurantes	0,00	0,00	0	0,0	0	0	12.355	0,00
208 Cobradores de deudas	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.683	0,00
290 Secretarías, tipistas y similares ..	1,93	0,11	1	0,3	313	4	1.739	2,90
291 Operadores de ordenador	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.221	0,00
292 Empleados de banca	9,76	1,06	3	0,4	722	145	2.110	6,73*
293 Empleados de agencias de viajes..	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.097	0,00

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
294 Agentes de transporte marítimo.	3,34	0,26	2	0,5	382	43	1.377	3,48
295 Administrador de fincas e inmue- bles	0,41	0,03	2	3,1	65	7	234	0,61
296 Tasadores de seguros	0,00	0,00	0	0,4	0	0	866	0,00
297 Empleados oficinas seguros pú- blicos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.654	0,00
298 Agentes de compras	0,00	0,00	0	0,6	0	0	616	0,00
299 Trabajo de oficina no especificado	1,85	0,11	7	3,1	226	91	466	2,20*
301 Propietarios negocios venta por mayor	0,00	0,00	0	0,7	0	0	493	0,00
302 Propietarios negocios venta por menor	0,84	0,04	4	3,5	113	31	290	1,13
309 Propietarios no especificados	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,02
311 Representantes y agentes de se- guros	2,21	0,15	1	0,3	290	4	1.615	2,76
312 Agentes de cambio, bolsa comer- cio	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.627	0,00
313 Publicistas	0,00	0,00	0	0,6	0	0	630	0,00
318 Subastadores	0,00	0,00	0	0,0	0	0	7.613	0,00
321 Viajantes	0,64	0,06	1	1,9	54	1	298	0,50
331 Agentes de compraventa y tra- tantes	0,78	0,06	5	5,6	89	29	207	0,80
332 Empresarios de tiendas	0,95	0,04	3	2,1	145	29	424	1,43
333 Empleados de tiendas	0,98	0,09	2	2,5	82	9	294	0,79
334 Vendedores ambulantes	0,00	0,00	0	0,0	0	0	8.142	0,00
338 Empleados de gasolineras	0,00	0,00	0	0,8	0	0	473	0,00
339 Otros trabajos de venta y el n.e. .	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,03
401 Empresarios agrícolas o foresta- les	0,63	0,05	15	17,9	84	47	138	0,94
402 Capataces y supervisores agríco- las	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.143	0,00
403 Capataces y supervisores fores- tales	2,07	0,28	1	1,1	93	1	519	1,28
404 Capataces y supervisores hortí- colas	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.125	0,00
405 Empresarios ganaderos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.097	0,00
406 Criadores de animales de pieles .	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.780	0,00
407 Propietarios de rebaños de renos .	0,00	0,00	0	0,1	0	0	5.055	0,00
411 Agricultores	1,34	0,13	3	2,5	121	24	355	1,28
412 Horticultores	1,13	0,05	2	1,9	107	12	388	1,02
413 Ganaderos	0,00	0,00	0	0,4	0	0	917	0,00
414 Trabajadores granjas animales pieles	0,00	0,00	0	0,0	0	0	8.109	0,00
415 Pastor de renos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	37.314	0,00
418 Otros trabajos agricultura y gana- dería	0,00	0,00	0	0,1	0	0	5.393	0,00
421 Cazadores y cuidadores de caza ..	0,00	0,00	0	0,0	0	0	22.156	0,00
431 Pescadores	0,82	0,04	1	0,7	147	2	815	1,51
432 Criadores de pescado	0,00	0,00	0	0,0	0	0	30.783	0,00
439 Trabajo de pesca n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,22

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC		RR
441 Trabajadores forestales, madereros	0,30	0,02	2	5,2	38	4	139	0,54
501 Mineros, canteros	0,64	0,04	1	0,9	113	2	629	1,36
502 Perforadores de pozos y sondistas	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.435	0,00
503 Preparadores de minerales y rocas	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.002	0,00
504 Otro trabajo de minería y cantería	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.190	0,00
509 Trabajo de minería y cantería n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	70.296	0,00
601 Oficiales navales	1,29	0,07	1	0,5	220	3	1.221	2,04
602 Pilotos navales	6,24	0,29	1	0,1	1.132	15	6.296	10,63*
603 Ingenieros marítimos	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.661	0,00
611 Tripulación de barco	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.077	0,00
621 Pilotos aéreos, oficiales de vuelo ..	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.004	0,00
631 Maquinistas y ayudantes	0,79	0,04	2	1,2	164	19	594	1,65
632 Ferroviarios	0,00	0,00	0	1,3	0	0	288	0,00
633 Conductores vehículo motor y tranvía	0,66	0,04	9	10,8	84	38	159	0,84
634 Conductores de carros de caballos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	85.925	0,01
635 Repartidores	10,91	1,49	1	0,1	762	10	4.239	6,92
636 Revisor autobús tranvía, jefe tráfico	0,00	0,00	0	0,1	0	0	6.430	0,00
639 Trabajo ferrocarril y carretera n.e.	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.163	0,00
641 Jefes portuarios	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.974	0,00
642 Controladores, jefes de tráfico aéreo	0,00	0,00	0	0,1	0	0	5.574	0,00
643 Jefes, inspectores transporte ferroviario	1,11	0,05	3	1,4	220	44	643	2,20
644 Supervisores tráfico de carretera ..	1,45	0,13	1	0,7	148	2	822	1,47
651 Oficinistas de correos	0,00	0,00	0	0,5	0	0	710	0,00
652 Oficiales de telecomunicaciones ..	0,00	0,00	0	0,0	0	0	8.348	0,00
653 Operadores de teléfonos	0,00	0,00	0	0,0	0	0	48.731	0,00
654 Telefonistas de oficinas	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,01
655 Operadores de telégrafo y radio ..	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.865	0,00
661 Clasificadores de correo y carteeros	1,11	0,06	2	1,3	151	17	546	1,50
662 Mensajeros	0,61	0,04	1	0,9	107	1	596	0,96
671 Farero, esclusero, oper. transp. mar.	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.610	0,00
678 Guardavías	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.501	0,00
699 Otro trab. transporte-comunicaciones	2,71	0,15	1	0,2	516	7	2.873	4,95
701 Hilanderos, tejedores, y teñidores ..	0,85	0,04	1	0,9	109	1	608	1,03
711 Sastres y modistas	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.178	0,00
712 Peleteros	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.159	0,00
713 Sombrereros	0,00	0,00	0	0,0	0	0	25.677	0,00

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC		RR
714 Tapiceros	1,23	0,05	1	0,6	170	2	946	1,69
715 Diseñadores y cortadores de pa- trones	2,76	0,19	1	0,2	416	5	2.316	3,88
716 Confeccionistas industriales	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.171	0,00
718 Otros trabajos de costura	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.105	0,00
719 Trabajo de costura no especifi- cado	0,00	0,00	0	0,0	0	0	10.863	0,00
721 Zapateros y reparadores e calza- do	2,86	0,26	1	0,2	436	6	2.425	4,14
722 Cortador, acabador, cosedor cal- zado	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.760	0,00
726 Fabricantes de productos de cuero	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.630	0,00
729 Trabajo de cuero y zapatería n.e. ...	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,02
731 Trabajadores en hornos metalúr- gicos	1,31	0,05	1	1,0	098	1	545	1,14
732 Templadores y cementadores de metales	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.486	0,00
733 Laminadores de metales	1,13	0,08	1	0,6	179	2	995	2,16
735 Herreros y forjadores	0,00	0,00	0	0,8	0	0	440	0,00
736 Coladores y moldeadores del met- al	1,78	0,09	2	0,9	230	26	830	2,19
737 Trefiladores de metales	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.270	0,00
738 Otro trabajo procesamiento del metal	2,88	0,18	2	0,4	496	56	1.790	5,25*
739 Trabajo de procesamiento metal n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	34.739	0,00
741 Fabricantes de aparatos de preci- sión	0,00	0,00	0	0,7	0	0	542	0,00
742 Relojeros	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.682	0,00
743 Ópticos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.375	0,00
744 Técnicos dentales	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.181	0,00
745 Plateros	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.097	0,00
749 Trabajo de aparatos precisión n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	269,1	0,01
750 Fabricante, operador, maquina herram.	0,75	0,04	9	7,9	114	52	216	1,09
751 Ajustador, montador de maqui- naria	0,30	0,02	1	2,0	50	1	276	0,46
752 Reparadores de maquinaria	1,56	0,09	14	6,9	202	110	339	2,08*
753 Chapistas	0,48	0,03	1	1,6	63	1	352	0,60
754 Fontaneros	0,69	0,05	2	2,5	81	9	292	0,80
755 Soldadores y cortadores con llama	0,97	0,05	4	2,8	145	39	372	1,46
756 Forja, ajuste metales en la cons- truc.	1,95	0,14	2	0,9	225	25	812	2,01
757 Galvanizador, recubridor de me- tales	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.326	0,00
758 Otro trab. maquinaria-construc. metal	0,52	0,03	2	2,1	93	11	337	0,89

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
759 Trab. maquinaria-construc. metal n.e.	0,00	0,00	0	0,1	0	0	6.172	0,00
761 Instaladores de líneas eléctricas...	0,45	0,02	3	4,2	71	14	206	0,70
764 Montador, reparador radio y te- levis.	0,67	0,03	1	0,8	133	2	738	1,27
766 Instalador, reparador tfono. y tgrafo.	0,00	0,00	0	0,5	0	0	678	0,00
767 Trabajadores del tendido eléc- trico	0,00	0,00	0	0,9	0	0	387	0,00
768 Otro trabajo eléctrico y electrón- ico.....	3,23	0,26	2	0,5	366	41	1.320	3,56
769 Trabajo eléctrico y electrónico n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	76.702	0,00
771 Carpinteros de la construcción ..	0,35	0,02	3	7,8	39	8	113	0,41
772 Ebanistas	1,15	0,12	5	4,5	112	36	262	1,25
774 Fabric. estructuras madera para armar	1,34	0,11	2	1,1	186	21	672	2,45
778 Otro trabajo de la madera	0,56	0,04	1	1,1	93	1	516	1,12
779 Trabajo de la madera no especifi- cado	0,00	0,00	0	1,1	0	0	322	0,00
781 Pintores.....	0,51	0,03	2	3,3	60	7	217	0,59
782 Pintores de espray industrial.....	1,67	0,07	2	0,7	272	31	983	2,67
789 Trabajo de pintor no especifica- do	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,05
791 Albañiles fumistas.....	0,76	0,04	2	1,7	116	13	418	1,13
792 Albañiles mamposteros.....	0,00	0,00	0	0,0	0	0	13.344	0,00
793 Trabajadores cemento y construc- ción	0,28	0,02	2	6,7	30	3	108	0,30
794 Aisladores.....	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.160	0,00
795 Cristalers y vidrieros	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.391	0,00
798 Otro trabajo del ladrillo y cemen- to	0,00	0,00	0	1,1	0	0	348	0,00
799 Trabajo de la construcción n.e. ..	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,01
801 Tipógrafos, litógrafos	1,30	0,06	4	2,0	205	55	524	1,83
806 Encuadernadores	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.365	0,00
808 Otro trabajo de imprenta	0,00	0,00	0	0,1	0	0	7.263	0,00
809 Trabajo de imprenta no especifi- cado	0,00	0,00	0	0,0	0	0	inf.	0,01
811 Soplador, moldeador, cortador vi- drio	0,00	0,00	0	0,2	0	0	2.080	0,00
812 Alfareros y ceramistas	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.809	0,00
813 Trab. hornos de vidrio y cerá- mica	5,45	0,30	1	0,1	1.011	13	5.624	9,13*
814 Decorador vidrio, cerámica, por- celana	0,00	0,00	0	0,0	0	0	14.526	0,00
818 Otro trab. Vidrio alfarería cerá- mica	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.378	0,00
819 Trab. Vidrio alfarería cerámica n.e.	4,84	0,19	1	0,3	383	5	2.130	3,74

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
821 Trab. molinos de grano y almazaras	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.690	0,00
822 Panaderos y obradores.....	0,00	0,00	0	1,2	0	0	306	0,00
823 Fabricantes de chocolate y repostería	0,00	0,00	0	0,1	0	0	5.406	0,00
824 Trab. destilación-elaboración bebidas	3,16	0,22	1	0,2	509	7	2.830	4,82
825 Enlatadores	0,00	0,00	0	0,2	0	0	1.756	0,00
826 Carniceros y preparadores de la carne	0,58	0,03	1	1,0	99	1	550	0,93
827 Trabajadores de productos lácteos	0,00	0,00	0	0,4	0	0	861	0,00
828 Otros trab. procesamiento alimentos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.473	0,00
829 Trab. procesamiento de alimentos n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0	183,2	0,01
831 Preparadores de productos químicos	0,00	0,00	0	0,6	0	0	644	0,00
834 Preparadores de pasta de papel .	0,00	0,00	0	0,8	0	0	450	0,00
836 Fabricantes de papel y cartón	1,43	0,20	1	1,1	87	1	486	1,04
838 Otros trab. químicos y de la celulosa	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.837	0,00
839 Trabajo químico y de la celulosa n.e.	0,00	0,00	0	0,5	0	0	808	0,00
841 Trabajadores del tabaco	0,00	0,00	0	0,0	0	0	22.240	0,00
850 Cesteros	0,00	0,00	0	0,0	0	0	22.128	0,00
851 Trabajadores de productos de caucho	0,00	0,00	0	0,6	0	0	612	0,00
852 Trabajadores de productos de plástico	0,00	0,00	0	0,7	0	0	506	0,00
853 Curtidores y preparadores de pieles	9,92	0,45	2	0,1	1.351	152	4.876	12,37*
854 Trabajadores laboratorios fotografía	0,00	0,00	0	0,0	0	0	9.248	0,00
855 Fabricante, afinador instrum. musical	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.976	0,00
856 Cortadores y talladores de piedra.	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.259	0,00
857 Fabricantes productos papel y cartón	0,00	0,00	0	0,3	0	0	1.299	0,00
858 Otros trabajos producción y similares	1,35	0,19	1	1,3	77	1	428	0,75
861 Trabajador manual no especializado	0,11	0,01	1	5,0	20	0	112	0,22
871 Operarios maquinaria fija y similares	0,00	0,00	0	1,0	0	0	379	0,00
872 Operarios de grúas y montacargas	0,00	0,00	0	0,9	0	0	416	0,00
873 Montadores de maquinaria	0,00	0,00	0	0,0	0	0	10.910	0,00
874 Operarios maquinaria de la construc.	0,25	0,01	1	1,8	55	1	306	0,60

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR
875 Operarios camiones-vagones transporte	0,37	0,01	1	2,1	47	2 260	0,47
876 Mecánicos	0,00	0,00	0	0,2	0	0 1.514	0,00
879 Trab. supervisión manejo mate- rial n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0 inf.	0,01
881 Empaquetadores, embaladores ..	1,56	0,10	2	0,7	269	30 972	2,70
882 Estibadores	1,64	0,08	2	0,9	213	24 771	2,21
883 Almacenistas	0,21	0,01	2	6,1	33	4 117	0,30
888 Porteadores de muebles y mu- danzas	0,00	0,00	0	0,0	0	0 15.059	0,00
889 Trab. empaquetado-manejo-al- macen, n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0 inf.	0,01
899 Trabajo de manufacturación n.e. .	0,00	0,00	0	0,0	0	0 inf.	0,00
901 Bomberos	0,00	0,00	0	0,4	0	0 828	0,00
902 Policías	1,92	0,10	4	1,4	293	79 751	2,81*
903 Oficiales de aduana	3,74	0,17	2	0,3	586	66 2.115	5,53*
904 Oficiales prisiones y reformato- rios	0,00	0,00	0	0,3	0	0 1.173	0,00
908 Otro trab. servicios protección civil	1,25	0,07	2	1,1	184	21 665	1,76
911 Supervisores de cocina industrial	0,00	0,00	0	0,4	0	0 822	0,00
912 Cocineros	4,28	0,20	1	0,1	685	9 3.814	6,11
913 Ayudantes de cocina	0,00	0,00	0	0,1	0	0 5.695	0,00
914 Niñeras	0,00	0,00	0	0,0	0	0 20.487	0,00
915 Empleados del servicio domés- tico	0,00	0,00	0	0,0	0	0 22.007	0,00
916 Recepcionistas de hotel	0,00	0,00	0	0,1	0	0 4.232	0,00
917 Azafatas y personal de vuelo	0,00	0,00	0	0,1	0	0 5.866	0,00
918 Otros trabajos domésticos y simi- lares	0,00	0,00	0	0,0	0	0 inf.	0,01
919 Trabajo domestico y similares n.e.	0,00	0,00	0	0,0	0	0 inf.	0,03
921 Camareros	0,00	0,00	0	0,3	0	0 1.340	0,00
931 Trabajadores mantenimiento edi- ficios	1,58	0,08	5	3,6	140	45 327	1,39
932 Limpiadores	2,16	0,12	2	0,7	294	33 1.060	2,76
933 Deshollinadores	0,00	0,00	0	0,2	0	0 2.039	0,00
941 Peluqueros, esteticienes	1,96	0,16	2	0,7	278	31 1.005	2,65
942 Encargados de baños	0,00	0,00	0	0,0	0	0 9.766	0,00
943 Trab. lavanderías y secadoras de ropa	0,00	0,00	0	0,3	0	0 1.241	0,00
944 Planchadores	0,00	0,00	0	0,1	0	0 2.508	0,00
945 Entrenadores deportivos y de ca- ballos	0,00	0,00	0	0,1	0	0 3.490	0,00
946 Fotógrafos	0,00	0,00	0	0,3	0	0 1.120	0,00
947 Trabajadores de funeraria	0,00	0,00	0	0,1	0	0 5.455	0,00
948 Otros trabajos de servicios	3,26	0,18	1	0,2	596	8 3.315	5,63
981 Miembros de las fuerzas arma- das	1,55	0,09	4	1,7	234	63 599	2,23
999 Trabajadores no clasificables	0,00	0,00	0	0,3	0	0 1.150	0,00

Cáncer de mama por ocupación en hombres (continuación)

Código ocupación	Tasa ajustada	Riesgo acmdo	Obs	Esp	SIR	95% IC	RR	
Algunas agrupaciones de ocupaciones similares								
23+24 Ingenieros agrónomos y mon- tes	0,00	0,00	0	0,4	0	0	990	0,00
50-59 Profesorado	1,25	0,10	9	6,0	150	68	284	1,49
71-79 Distintos tipos de abogados	0,00	0,00	0	0,6	0	0	605	0,00
201-209 Grupo de contables	0,00	0,00	0	1,8	0	0	201	0,00
296+297 Trabajo oficinas de seguros .	0,00	0,00	0	0,6	0	0	653	0,00
311-319 Grupo venta de bienes y valo- res	0,68	0,05	1	1,2	83	1	464	0,76
401-403+411+412+441 Agricul Hortic. Silvicult.	0,69	0,06	23	29,0	79	50	119	0,89
405+413 Ganadería	0,00	0,00	0	0,5	0	0	707	0,00
406+414 Granjas de animales de pie- les	0,00	0,00	0	0,1	0	0	2.578	0,00
407+415 Cuidado de renos	0,00	0,00	0	0,1	0	0	4.452	0,00
431-439 Pesca	0,80	0,04	1	0,7	144	2	801	1,49
651+652 Oficinas correo y telecomu- nic.	0,00	0,00	0	0,6	0	0	654	0,00
653-655 Teléfono, telégrafo y radio....	0,00	0,00	0	0,1	0	0	3.493	0,00
711-719 Confección	1,11	0,06	2	1,5	135	15	488	1,31
721-729 Calzado y productos de cuero	1,31	0,12	1	0,6	173	2	963	1,72
731-739 Procesado de metales	1,10	0,06	6	4,2	142	52	308	1,51
741-749 Aparatos de precisión	0,00	0,00	0	1,3	0	0	272	0,00
761-766 Lin-eléctr tv radio tfno. tgfo. ..	0,62	0,04	6	7,0	85	31	185	0,86
771-779 Carpintería	0,65	0,05	11	15,5	71	35	127	0,78
781-789 Grupo de pintores	0,79	0,04	4	4,1	99	27	252	0,97
791-792 Albañilería	0,74	0,04	2	1,8	114	13	412	1,12
801-809 Grupo de trabajo de imprenta	1,13	0,05	4	2,3	176	47	450	1,57
811-819 Grupo vidrio alfarería cerá- mica	2,56	0,11	2	0,8	258	29	930	2,49
871-879 Grupo manejo de material....	0,22	0,01	2	6,1	33	4	119	0,33

Anexo 5: Publicaciones generadas a partir de esta tesis

Publicaciones científicas

- Pollán M, Gustavsson P. High risk occupations for breast cancer in the Swedish female working population. *Am J Public Health* 1999; 89: 875-881.
- Pollán M, Gustavsson P, Floderus B. Breast cancer, occupation and exposure to electromagnetic fields among Swedish men. *Am J Ind Med* 2001; 39: 276-285.
- Pollán M. Cáncer de mama en mujeres y ocupación: Revisión de la evidencia existente. *Gaceta Sanitaria* (en prensa).

Presentación en congresos nacionales

- Pollán M, Gustavsson P, Aragonés N, Ruiz M, López-Abente G. Ocupación y cáncer de mama en la población activa femenina. *XVI Reunión Científica de la SEE*. Sevilla 21-23 octubre, 1998.
- Pollán M, Gustavsson P, Floderus B, López-Abente G, Ruiz M, Gasch A, González P. Ocupación, radiaciones electromagnéticas y cáncer de mama en hombres. *XVII Reunión Científica de la SEE*. Santiago de Compostela, 27-29 octubre, 1999. Publicada en *Gaceta Sanitaria* 1999, 13 (Suppl 2): 50.

Presentación en congresos internacionales

- Pollán M, Gustavsson P, Floderus B. Breast cancer and occupational exposure to electromagnetic fields among Swedish men. *IX Workshop of Biomedical effects of electromagnetic fields: Bioeffects of Transient Exposure*. Madrid, 6-7 mayo 2000.
- Pollán M, Gustavsson P, Floderus B, Cano MI, López-Abente G, González P, Jiménez T. Ocupación, radiaciones electromagnéticas y cáncer de mama en hombres. *XXV Reunión del Grupo para la Epidemiología y el Registro del Cáncer en los Países de Lengua Latina*. San Sebastian, 1-2 junio 2000.

